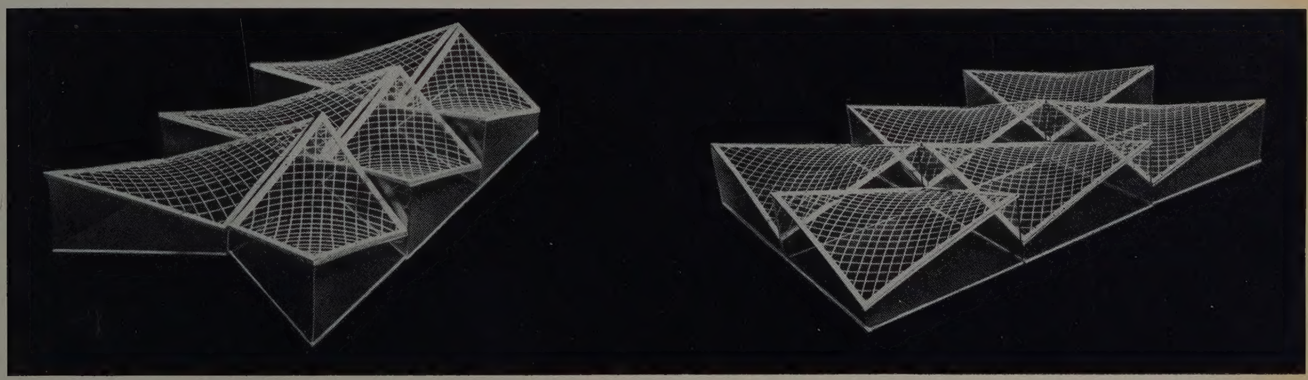
7

Deutsche Architektur



Berlin
Juli
1962

Räumliche Strukturen und Seilnetzkonstruktionen • Seilnetzkonstruktionen in der DDR • Bauphysik für den Architekten

Die Zeitschrift

Deutsche Architektur

erscheint monatlich

Bezugspreis 3,50 DM

Bestellungen nehmen entgegen:

In der Deutschen Demokratischen Republik:
Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel
und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin

Für die Deutsche Bundesrepublik und Westberlin:
Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel
und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin

Die Auslieferung
erfolgt über Helios-Literatur-Vertriebs-G.m.b.H.,
Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141—167

Im Ausland:

- Sowjetunion
Alle Postämter und Postkontore
sowie die städtischen Abteilungen der Sojuspechotj
- Volksrepublik China
Guozi Shudian, Souchoi Hutung 38, Peking
- Tschechoslowakische Sozialistische Republik
Orbis, Zeitungsvertrieb Praha XII, Stalinova 46 —
Bratislava, Leningradska ul. 14
- Volksrepublik Polen
P. P. K. Ruch, Warszawa, Wilcza 46
- Ungarische Volksrepublik
Kultura, Ungarisches Außenhandelsunternehmen
für Bücher und Zeitungen, Rakoczi ut. 5, Budapest 62
- Rumänische Volksrepublik
Direktia Generala a Postei si Difuzarii Prese Palatul
Administrativ C. F. R., Bukarest
- Volksrepublik Bulgarien
Direktion R. E. P., Sofia 11a, Rue Paris
- Volksrepublik Albanien
Ndermarja Shetnore Botimneve, Tirana
- Österreich
GLOBUS-Buchvertrieb, Wien I, Salzgries 16
- Für alle anderen Länder:
Der örtliche Buchhandel
und der VEB Verlag für Bauwesen,
Berlin W 8, Französische Straße 13—14

Verlag
VEB Verlag für Bauwesen, Berlin W 8,
Französische Straße 13—14
Verlagsleiter: Georg Waterstradt
Telefon: 22 02 31

Telegrammadresse: Bauwesenverlag Berlin

Fernschreiber-Nummer: 01 14 41 Techkammer Berlin
(Bauwesenverlag)

Redaktion
Zeitschrift „Deutsche Architektur", Berlin N 4,
Hannoversche Straße 30

Telefon: 22 06 23 31 und 22 06 23 32

Lizenznummer: ZLN 5318
der Deutschen Demokratischen Republik

Satz und Druck
Märkische Volksstimme, Potsdam,
Friedrich-Engels-Straße 24 (I-16-01)



Anzeigen
Alleinige Anzeigenannahme: DEWAG-Werbung,
Berlin C 2, Rosenthaler Straße 28—31,
und alle DEWAG-Betriebe in den Bezirksstädten
der DDR

Gültige Preisliste Nr. 1

7 Deutsche Architektur

XI. Jahrgang
Berlin
Juli 1962

Herausgeber: Deutsche Bauakademie und Bund Deutscher Architekten

Redaktion: Bruno Flierl, Chefredakteur
Ernst Blumrich, Walter Stiebitz
Herbert Hölz, Typohersteller

Redaktionsbeirat: Gerd Gibbels, Hermann Henselmann, Gerhard Herholdt, Eberhard Just, Gerhard Kröber, Ule Lammert, Hans Schmidt, Helmut Trauzettel

Mitarbeiter im Ausland: János Böhönyey (Budapest), Vladimir Cervenka (Prag), Jan Tetzlaff (Warschau)

KB	Kurzfassung		Резюме

651.6 • 551.6

Räumliche Strukturen und Seilnetzkonstruktionen

R. Sarger

Neue Konstruktionen und Konstruktionsmethoden führen zu neuen architektonischen Formen, aber auch zu neuen Theorien und ästhetischen Auffassungen von der Architektur. Umgekehrt beeinflussen die Theorien und ästhetischen Auffassungen von der Architektur die technische Entwicklung. Dieser dialektische Widerspruch tritt auch bei den neuen Konstruktionen und Strukturen zur Überdachung sehr großer Räume auf. Er kann gelöst werden, wenn Architekt und Ingenieur eng zusammenarbeiten und die vom Kapitalismus überkommene Arbeitsteilung überwinden. Die charakteristischen Merkmale der wichtigsten Konstruktionen zur Überdachung großer Räume — Betonschalen, räumliche Fachwerke, Hängedächer und vorgespannte Seilnetze — werden dargelegt.

367 Пространственные и вантовые конструкции покрытий

Р. Саргер

Новые конструкции и методы конструирования обуславливают новые архитектурные формы, а также и новые теории и эстетические взгляды на архитектуру. Теории и эстетические взгляды на архитектуру в свою очередь влияют на развитие техники. Это диалектическое противоречие проявляется и в новых конструкциях и системах покрытий крупных помещений. Его можно решить, если архитектор и инженер руководствуются тесным сотрудничеством, преодолевая сложившееся при капитализме разделение турда. Рассматриваются самые характерные признаки важнейших конструкций покрытий крупных помещений-железобетонные оболочки, пространственные фахверки, висячие покрытия и натянутые вантовые конструкции.

Seilnetzkonstruktionen in der Deutschen Demokratischen Republik

378 Вантовые конструкции в Германской Демократической Республике

624.74.024

Eisstadion in Rostock

W. Litzkow, K.-H. Lübke

Für das vorhandene Eisstadion ist eine Überdachung mit einem vorgespannten Seilnetzwerk vorgesehen. Das Seilnetz ist in Form eines hyperbolischen Paraboloids zwischen zwei bogenförmigen Randträgern gespannt. Das Stadion soll für die verschiedensten Sportveranstaltungen, für Bühnenveranstaltungen und für Kundgebungen (10000 Personen) genutzt werden.

379 Зимний стадион в Ростоке

В. Лицков, К. Г. Любке

Для существующего зимнего стадиона предусматривается покрытие натянутой вантовой конструкцией. Вантовая сетка в форме гиперболического параболоида натянута между двумя сводчатыми рандбалками. Стадион намечено использовать для самых различных спортивных и театральных мероприятий и для митингов (10 000 чел.).

621.26.024

Kongreßhalle in Rostock

H. Fröhlich, O. Werner

Das Projekt der sehr vielseitig nutzbaren Mehrzweckhalle sieht eine Überdachung in vorgespannter Seilnetzkonstruktion vor. Das Haupttragkabel hat die angenäherte Form einer Parabel. Der fast trapezförmige Grundriß der Halle beträgt in der Längsachse 91 m, in der Querachse 80 m.

383 Зал съездов в Ростоке

Г. Фрёлих, О. Вернер

Проект универсального зала предусматривает натянутую вантовую конструкцию покрытия. Главный несущий канат имеет приблизительно форму параболы. Длина почти трапецоидального плана зала составляет 91 м, ширина — 80 м.

651.6 • 624.1.024

Ideenentwurf zu einer Stadionüberdachung in Seilkonstruktion

E. Selbmann, W. Tetzlaff, W. Rubinow

Die tragende Dachkonstruktion eines Stadions für maximal 150000 Zuschauer besteht aus einem vorgespannten Seilnetz. Die Konstruktion weist vier Hoch- und vier Tiefpunkte auf. Das Seilnetz besteht aus drei verschiedenen Arten von Seilen: tragende, tragend-spannende und spannende Seile. Das Dach ist in mäßigen Grenzen elektrisch beheizbar und kann über dem Spielfeld geöffnet werden. Auf Biegung arbeitende Versteifungselemente und jalousieartig ausgebildete Leiteinrichtungen zur Ablenkung angreifender Windböen sind zusätzlich angeordnet, um das Flattern des Daches in Grenzen zu halten.

386 Проект вантового покрытия стадиона

Э. Сельбман, В. Тецлаф, В. Рубинов

Несущая конструкция покрытия стадиона на 150 000 мест состоит из предварительно напряжённой вантовой сетки. Конструкция имеет четыре высокие и четыре низкие точки. Вантовая сетка состоит из трех разных видов канатов — несущих, несущих-натяжных и натяжных. Покрытие в определенной степени можно отапливать электрическим током и открывать на полем стадиона. Для отвода сильных ветров и ограничения биения покрытия устроены дополнительно элементы жесткости, работающие на изгиб, а также направляющие жалюзии.

651.6.024 • 551.6.024

Über die Seilnetzbauweise

H. Henselmann

Gemäß einem Auftrag des Ministeriums für Bauwesen der DDR wird die Seilnetzbauweise auf ihre Anwendbarkeit im großen Stil untersucht. Als erster Schritt werden typisierbare Strukturelemente für Seilnetzüberdachungen vorgeschlagen. Zwischen vorgefertigten geraden Randträgern erstreckt sich über einem rhombenförmigen oder quadratischen Grundriß ein vorgespanntes Seilnetz in Form eines hyperbolischen Paraboloids mit zwei Tief- und zwei Hochpunkten. Die vorgeschlagene Konstruktion ermöglicht eine konsequente Montage und gewährleistet hohe Wirtschaftlichkeit.

389 О системе вантовых конструкций

Г. Гензельман

В соответствии с поручением Министерства строительства ГДР проводятся исследования по применению вантовых конструкций в широком масштабе. Как первый шаг в этом направлении предлагается разрабатывать структурные элементы вантовых конструкций, подающиеся типизации. Между сборными прямолинейными рандбалками устроена предварительно напряженная вантовая система в виде гиперболического параболоида с двумя высокими и двумя низкими точками, которая покрывает ромбический и квадратный план. Предлагаемая конструкция обеспечивает последовательный монтаж и большую экономичность.

---

269 • 551.6.024

Die Seilnetzform als Ausdruck des Kräftespiels

G. Eras

Bei einem einfachen, schlaffen Seil tritt bereits bei einer geringen Laständerung eine Veränderung der Seilkurve ein; vorgeapannte Seilnetzwerke dagegen müssen erheblich belastet werden, ehe sich eine Verschiebung ergibt. Die verschiedenen Arten der Sattelflächen, die sich bei Seilnetzen ergeben, können in drei Grundtypen eingeteilt werden: das hyperbolische Paraboloid, die Translationsflächen und Ausschnitte aus einer Rotationsfläche. Die Seilkraftänderungen bei Belastung eines Seilnetzes werden dargelegt und die Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Abstützungsarten (gerade Randträger, bogenförmige Randträger, elastische Randlagerung durch Fangeseile) eingeschätzt.

394 Вантовая система как выражение распределения силы

Г. Эрас

Веревочная кривая простого ненатянутого каната изменяется уже при незначительном изменении нагрузки, в то время как предварительно напряженные вантовые конструкции можно подвергать большой нагрузке. Разные виды двускатных площадей, получающихся в вантовых конструкциях, можно разделить в три главные типа: гиперболический параболоид, трансляционные площади и сектора площади вращения. Рассматриваются изменения силы в канатах при нагрузке вантовой конструкции и оцениваются возможности и пределы различных видов опирания (прямолинейные рандбалки, сводчатые рандбалки, эластическое бортовое опирание ловильными тросами).

---

269 • 551.6.024

Zur Konstruktion von vorgespannten Seilnetzwerken

W. Bartel

Vorgespannte Seilnetze erfordern zur Sicherung ihres Tragverhaltens und ihrer Wirtschaftlichkeit eine besondere konstruktive Durchbildung. Es werden die Seilverankerung im Zusammenhang mit dem Spannprozeß des Netzes, die Ausbildung der Randkonstruktion, die Gründung und Dacheindeckung von Seilnetzwerken behandelt.

403 Конструктивные вопросы предварительно напряженных вантовых систем

В. Бартель

Для обеспечения несущей способности и экономичности предварительно напряженные вантовые системы требуют особенной тщательности конструктивного решения. Рассматриваются заанкеровка канатов в связи с процессом натяжения сетки, решение бортовой конструкции, основание и кровля вантовых систем.

282.3 • 667.1

Bauphysik für den Architekten

F. Eichler

Neue Anschauungen im Wärmeschutz führten zu neuartigen Berechnungsverfahren. Der Nachweis des Wärmebeharrungsvermögens bedingt bei leichten Konstruktionen eine Erhöhung des Mindestdämmwertes. In vielen Fällen wird der Sommerzustand für die Dimensionierung entscheidend.

Der Wärmedämmwert von Außenbauteilen ist für Wohnungsbauten und gleichartige Gebäude ein anderer als für Bürobauten, Schulbauten oder Warenhäuser. Außenkonstruktionen von Gebäuden mit unterbrochener Heizung werden einem besonderen Berechnungsverfahren unterworfen; auch für sie kann eine Erhöhung des Dämmwertes oder eine Änderung der Schichtenfolge notwendig werden.

407 Строительная физика для архитектора

Ф. Эйхлер

Новые взгляды на теплоизоляцию приводят к новым методам расчета. В легких конструкциях доказательство тепловой инерции обуславливает повышение минимального коэффициента теплоизоляции. Во многих случаях для подбора размеров необходимо исходить из летних условий. Коэффициент теплоизоляции ограждающих конструкций в жилых и равных им зданиях отличается от коэффициента теплоизоляции административных, школьных и торговых зданий. Ограждающие конструкции зданий с прерывистым отоплением подвергаются специальному расчету. Также и для них может возникать необходимость повышения коэффициента теплоизоляции или изменения последовательности слоев.

Summary

Résumé

DK

Spatial Structures and Pretensed Cable Structures — 367

by R. Sarger

New constructions and construction methods resulted in new architectural designs as well as in new theories and estethical conceptions of architecture. On the other hand, the theories and aesthetical conceptions of architecture influence the technical development. This dialectic contradiction becomes also obvious in the field of roofing of large rooms. It can be solved, if architect and engineer realize a close co-operation and overcome the division of work, heritage of capitalism. The characteristic features of the most important roof structures for large rooms — concrete shells, open frameworks, hanging roofs and pretensed cable stuctures — are being dealt.

Structures Spatial et Voiles Prétendues

par R. Sarger

De nouvelles constructions et méthodes de construction ont abouti aux nouvelles formes architecturales mais aussi aux théories nouvelles et aux conceptions esthétiques de l'architecture. De l'autre côté les théories et conceptions esthétiques de l'architecture influencent le développement technique. Cette contradiction dialectique existe aussi dans les nouvelles constructions et structures de toiture pour des espaces étendus. Elle peut être résolue quand architecte et ingénieur collaborent d'une façon étroite et surmontent la division du travail, héritage du capitalisme. Les traits caractéristiques des constructions les plus importantes de toiture d'espaces étendus — voiles en béton, structures spatiales, toiture suspendue et voiles prétendues — sont traités dans cet article.

DK 69.024.218 • 624.023.87.071.2

Pretensed Cable Structures in the German Democratic Republic — 378

Constructions de Voiles Prétendues dans la République Démocratique Allemande

Seating Rink at Rostock — 379

by W. Litzkow, K.-H. Lübke

For the existing seating rink a pretensed cable structure roof is provided. The cable net is stretched in form of a hyperbolic paraboloid between two arch-like bent edge beams. The rink is to be used for the various sport events, shows and manifestations (capacity of 10,000 persons).

Stade de Patinage à Rostock

par W. Litzkow, K.-H. Lübke

Pour le stade de patinage existant une toiture de voile prétendue est proposée. La voile présente la forme d'un paraboloïde hyperbolique et se trouve entre deux poutres en forme d'arc. Le stade servira aux plus divers évènements de sport, aux spectacles et aux manifestations (capacité de 10.000 personnes).

DK 725.861(43—2.25)

Congress Hall at Rostock — 383

by H. Fröhlich, O. Werner

The project of this multiple-purpose hall is designed for a prestressed cable network roof construction. The form of the main track cable is similar to that of a parabola. The nearly trapezoidal plan of the hall has a longitudinal axis of 91 meters and a transversal axis of 80 meters.

Halle de Congrès à Rostock

par H. Fröhlich, O. Werner

Le projet de cette halle à usage universel base sur la construction d'une toiture en voile prétendue. Le câble porteur principal ressemble à une parabole. Le plan à peux près trapézoïdal de la halle a un axe longitudinal de 91 mètres et un axe transversal de 80 mètres.

DK 725.83(43—2.25)

Design of Cable Net Roof for Stadium — 386

by E. Selbmann, W. Tetzlaff, W. Rubinow

The supporting roof strucutre of a stadium for a maximal number of 150,000 spectators consists in a pretensed cable structure roof. The structure has four high points and four low points. The network is formed of three different kinds of cables: carrying cables, bracing carrying cables, and bracing cables. The roof can be, in a certain measure, heated electrically and opened over the play ground. Furthermore, reinforcing elemente for bending and louver-like formed pilot systems for the purpose of deflection of aggressive gusts are provided for to reduce fluttering of the roof.

Projet de Toiture en Voile Prétendue pour Stade

par E. Selbmann, W. Tetzlaff, W. Rubinow

La construction porteur de toiture d'un stade pour 150.000 personnes au maximum base sur une voile prétendue. La construction présente quatre points hauts et quatre points bas. La toiture en voile consiste en trois différents types de câbles: câbles porteurs, câbles contraints porteur et câbles contraints. En mesure limitée chauffage électrique du toit est possible et il peut être ouvert audessus du terrain de sport. En outre, on a installé des éléments flexibles de renforcement et des déflecteurs en forme de jalousie pour la déflection du vent afin que la toiture ne puisse battre au vent.

DK 69.024.218:6242.03.87.071.2 725.826.4

To the Methode of Pretensed Cable Structures — 389

by H. Henselmann

In conformity with an order of the Ministry of Building of the German Democratic Republic large scale application of cable network roof construction is being studied. As a first step in this field, typified structural elements for cable network roof constructions are being proposed. Between prefab straight edge beams a prestressed cable network in form of a hyperbolic paraboloid with two lower points and two highest points is stretched over a rhombic or square plan. The proposed construction allows for consequent assembling and guarantees high economy.

A Propos de la Methode de Voiles Prétendues

par H. Henselmann

Sur la base d'un ordre du Ministère du Bâtiment de la République Démocratique Allemande l'application en grande mesure de constructions de voiles prétendues est étudiée. Comme un premier pas, on propose des éléments typifiés de construction pour toitures en voiles prétendues. Audessus d'un plan rhomboïde ou carré une voile prétendue en forme de paraboloïde hyperbolique avec deux points bas et deux points hauts s'étend entre des rives droites préfabriqués. La construction proposée permet un montage conséquent et la meilleure économie.

DK 729.351.01

Pretensed Cable Structures Design as an Expression of Play of Forces — 394

by G. Eras

Already an insignificant variation of load changes the cable curve of a simple slack cable; pretensed cable structures, however, must be lodaed to a considerable amount before a displacement will take place. The various kinds of saddles resulting from cable network roof constructions can be ranged into the following three basic types: the hyperbolic paraboloid, the translation space, and sections of a rotation space. The changes of cable force in case of loading a cable structure are being dealt with, and the possibilities and limitations of the various kinds of supports (straight edge beams, arch-like bent edge beams, elactic support of lift cables upon edges) are being studied.

Voile Prétendue comme Expression du Jeu des Forces

par G. Eras

Un changement minime de charge d'un simple câble détendu est suffisant pour un changement de courbe du câble, mais des voiles prétendues, cependant, doivent être chargés en grande mesure jusqu'à ce qu'il y aura un changement. Les différents types de toits en selle des structures de voiles prétendue peuvent être rangés en trois types principaux: le paraboloïde hyperbolique, les espaces de translation et des sections d'un plan de rotation. Les changements de force du câble en cas de chargement d'une voile prétendue sont traités dans cet article et les limites des différents types des supports (rives droites, rives gauches support élastique au bord par des câbles d'arrêt) sont étudiées.

DK 624.023.87.071.2

To the Construction of Pretrensed Cable Structures — 403

by W. Bartel

To secure their supporting behaviour and their economy, pretensed cable structures need a particular way of construction. The present article deals with anchoring of cables in connection with stressing, the design of edge construction, foundation and roofing with cable network roofs.

A Propos de la Construction en Voiles Prétendues

par W. Bartel

Pour la garantie de leur comportement et économie des voiles prétendues nécessitent une construction particulière. L'ancrage en connection avec le procédé de contrainte de la voile, la construction des bords, fondement et toiture en voile en béton sont décrits.

DK 624.023.87.071.2

Building Physics for the Architect — 407

by F. Eichler

New conceptions in the field of thermal insulation resulted in new methods of calculation. In light constructions the existence of dimensional thermal stability requires an elevation of the minimum thermal insulation. In many cases the conditions of summer are decisive for the stipulation of dimensions. The value of thermal insulation of exterior building elements for dwelling houses and similar buildings is different from that for office buildings, schools or department stores. Exterior constructions of buildings with interrupted heating systems are being calculated according to a special method of calculation, but for them, too, an elevation of the value of thermal insulation or a change of the sequence of layers might become necessary.

Physique du Bâtiment pour l'Architecte

par F. Eichler

Des conceptions nouvelles d'isolation thermique ont abouti à des méthodes nouvelles de calculation. En ce qui concerne des constructions légères, l'emmagasinage de chaleur nécessite une augmentation de la valeur minimum d'isolation thermique. Dans la plupart des cas, les conditions d'été sont décisives pour la stipulation des dimensions.

La valeur d'isolation thermique d'éléments de construction extérieur pour des logements et des bâtiments similaires se distingue de celle de bâtiments de bureaux, d'écoles ou de magasins. Des constructions extérieurs de bâtiments à chauffage interrompu sont soumises à une méthode spéciale de calculation, mais aussi pour elles une augmentation de la valeur d'isolation thermique ou un changement de couche peut être nécessaire.

DK 536.24 • 699.866

Randbemerkung

Die KdT und der BDA — ein Vergleich

Die Kammer der Technik ist mit 110 000 Mitgliedern die größte deutsche Ingenieurorganisation. Ihr Fachverband Bauwesen umfaßt 20000 Mitglieder. Der Bund Deutscher Architekten zählt nur 2000 Mitglieder. Die KdT und ihr Fachverband Bauwesen bestehen seit 16 Jahren, der BDA besteht seit 10 Jahren, ist aber erst seit einem Jahr Fachverband.

Was den Fachverband Bauwesen der KdT vom Fachverband BDA wesentlich unterscheidet, sind jedoch nicht sein Alter und seine große Mitgliederzahl, sondern seine große Wirkung, die er im Bauwesen ausübt, und die hohe Qualität, mit der er seine Arbeit leistet.

Das kam überzeugend auf dem 3. Kongreß der KdT im Juni 1962 in Berlin zum Ausdruck.

Worin kann die Ingenieurorganisation der Architektenorganisation Vorbild sein?

Die KdT stützt sich auf freiwillige Gemeinschaftsarbeit auf breitester Basis.

Die KdT gibt direkte Hilfe für die Bau- und Projektierungspraxis.

Die KdT bereitet Vorlagen und Beschlüsse exakt vor, verteilt abgegrenzte Aufgaben und kontrolliert Beschlüsse konkret.

Die KdT bezieht in die Leitungstätigkeit alle Erfahrungen des Kollektivs der Bauschaffenden ein.

Die KdT überträgt in ihrer Arbeit und Leitungstätigkeit in hohem Maße jungen Ingenieuren und Frauen verantwortliche Funktionen.

Die KdT nimmt entscheidenden Einfluß auf die Neuprofilierung des Bauwesens beim Übergang zur Industrialisierung, auf die staatliche Leitung des Bauwesens und auf die Ausbildungspläne der Hoch- und Fachschulen.

Der BDA wird dann als Fachverband voll wirksam und allseitig anerkannt werden, wenn er zu einem neuen Arbeitsstil ähnlich dem der KdT findet. Nur dann wird er auch zum architektonischen Gewissen der Projektierungsbetriebe, so wie die KdT mit ihren Sektionen bereits das technische Gewissen der Betriebe ist.

Monumentale Beschlußlosigkeit

Am 27. Mai 1962 erschien in der Züricher Zeitung „Die Tat" unter der Überschrift „Häßlichkeit im Städtebau" ein Bericht über eine Konferenz in New York, an der über 500 leitende Architekten teilnahmen.

Dem Bericht zufolge wurden vor allem zwei Probleme behandelt: Das wachsende Verkehrschaos und der rücksichtslose Bau von Wolkenkratzern. Zum ersten Problem führt der Verfasser folgendes aus: „... in steigendem Maße werden Massenverkehrsmittel unrentabel und gehen ein, während die Zufahrtsstraßen immer mehr verstopft werden und die Auspuffgase der Autos die städtische Luft verpesten. In diesem Prozeß werden Stadtkerne zerstört, um immer mehr Autostraßen und Parkplätzen Raum zu bieten. Auch in New York City müssen jetzt wieder viele Häuserblöcke der unteren Innenstadt niedergelegt werden, um einer dringend benötigten Autobahn quer durch die Stadt Raum zu schaffen. Städtebaulich gesehen wird hier eine neue meilenweite Asphaltöde die Stadt zerschneiden."

Nicht minder deutlich zeichnet der Verfasser die Situation im Hochbau: „Wolkenkratzer können schön wirken, wenn sie, richtig in den Raum gestellt, die Silhouette der Stadt unterstreichen. Was aber heute geschieht, ist eine Zusammenballung gewaltiger Bauklötze, die der Stadt Licht und Luft nehmen." Als charakteristisches Beispiel wird der neue Wolkenkratzer über dem Zentralbahnhof in New York, das „Pan-Am-Building" genannt. „Es ist ein sechseckiger, fünfzig Stockwerke hoher Kasten im Umfang eines ganzen Straßenblocks, der sich zwischen schlanke Glashochhäuser zwängt und in dem täglich 50000 Menschen ein- und ausgehen werden. Ihr An- und Abweg muß über Verkehrsmittel und durch Straßen erfolgen, die bereits dem jetzigen Verkehr nicht mehr gewachsen sind."

Bezeichnend ist, daß man auf dieser Konferenz zwar in der Lage war, diese Fakten festzustellen, ja, man konnte auch die Ursachen für diese Misere nennen, nämlich daß „die Hochhäuser nur noch nach ihrem Nützlichkeitswert und dem Ausmaß der Grundstückssteuer bemessen werden", das heißt, daß der Städtebau reine Geschäftssache ist, aber die Architekten stehen dieser Situation ohnmächtig gegenüber. Was nützt es, wenn man sich darüber einig ist, daß „Oasen der Schönheit" in einer Stadt nicht genügen, daß dem „Pan-Am-Building" (übrigens ein Bau von Walter Gropius!) der erste Preis „monumentaler Häßlichkeit" zugesprochen wird, wenn man sich gleichzeitig darüber im klaren ist, „daß die Häßlichkeit der Städte nicht von unserer zeitgenössischen Zivilisation, von der wirtschaftlichen Struktur und dem Geschmacksstandard getrennt werden kann", was nichts anderes heißt, daß man sich mit der wachsenden Häßlichkeit der Städte abfinden muß, solange die kapitalistische Gesellschaftsordnung besteht. 500 Architekten können sich zusammenfinden, sie können sich empören gegen die Häßlichkeit der Städte, sie können auch „Notstandshilfen für kritische Bedingungen" vorschlagen — an der Situation aber können sie nichts ändern. Deshalb mußte diese Konferenz — nach den Worten des Verfassers — „in monumentaler Beschlußlosigkeit enden".

Alfred Schwandt

Redaktionsschluß:
Kunstdruckteil 2. Mai 1962
Illusdruckteil 14. Mai 1962

Titelbild:
Typisierbare Strukturelemente für Seilnetzüberdachungen

Fotonachweis:
„Deutsche Bauzeitschrift", Heft 2/1960 (1) und 12/1960 (1); „Ingenieurbauten unserer Zeit", Bauverlag GmbH, Wiesbaden-Berlin 1958 (1); C. E. T. A. C., Paris (10); „l'architecture d'aujourd'hui" 83/1959 (2) und 99/1961 (6); „Bauen + Wohnen", Heft 11/1961 (2); M. Sanchez-Arcas, „Form und Bauweise der Schalen", VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1961 (2); „Werk", Heft 10/1954 (1); Max L. Cetto, „Moderne Architektur in Mexiko", Stuttgart 1961 (3); Günter Ewald, VEB Industrieprojektierung Stralsund (5); Reschke, Potsdam (2); Deutsche Bauausstellung Berlin (15); K. Hoffmeister, Berlin (1); Erich Selbmann, Potsdam (1); Werner Bartel, Berlin (1); „Sport- und Bäderbauten", Heft 2/1962 (1); Glawprojekt Sofia (2); „Architektura", Sofia, Heft 9, 10/1961 (1); „Stroitelstvo i Architektura Leningrada", Heft 3/1962 (4); Gottfried Klieber, Berlin (4); Joachim Härter, Berlin (2); Stadtbauamt von Groß-Berlin (1)



Architekten
müssen
für die Zukunft bauen . . .

. . . und das Material hierzu heißt:
Glasfaser/Kunststoff. Der Grund?
Die glasklaren Vorteile dieses
fortschrittlichen Baustoffes:
- Licht- und witterungsbeständig,
- leicht im Gewicht,
- einfach zu montieren und zu reinigen,
- stark lichtdurchlässig (ca. 90%),
- enorm stabil bei Sturm und Belastung,
- nicht rostend,
- anspruchslos in der Pflege.

Hier ein Beispiel: Polyester/Lichtplatten.
Ihnen gibt die GEVETEX-
Glasseidenmatte das rechte Rückgrat.
Als Überdachungen,
Balkonverkleidungen, Trennwände,
...ter, Innenauskleidungen usw.
...t bei fortschrittlichen
...h eingesetzt. Wenn

Anzeige der Firma Gevetex in westdeutschen Fachzeitschriften des Bauwesens und der Architektur

„Architekten müssen für die Zukunft bauen“

Unter diesem Schlagwort wirbt ein westdeutsches Unternehmen für Polyester-Bauplatten. Gut und schön, soweit es um Baumaterial geht, das Dauer hat.

Ein dauerhaftes Bauwerk zu errichten ist aber nicht nur Sache dauerhaften Materials, und die Zukunft ist nicht nur Sache der Zeit, die dauert.

Für die Zukunft bauen heißt für das Leben und für das Glück der Menschen bauen und für den Frieden, der sie beschützt und gedeihen läßt. — Das ist unsere Aufgabe als Architekten, unsere Verantwortung, das ist unser Gewissen.

Wir Architekten in der Deutschen Demokratischen Republik wissen, daß wir für die Zukunft bauen, denn wir bauen für den Sozialismus und für den Frieden, wir bauen für einen Staat, in dem die Zukunft ganz Deutschlands schon begonnen hat. Wissen aber auch die Architekten in Westdeutschland, wofür sie bauen und für wen sie eigentlich bauen? Ist ihnen bewußt, daß sie mit so vielen ihrer Bauten nicht für die Zukunft bauen, weil der Staat, für den sie bauen, keine Zukunft hat.

Die Entscheidung darüber, was und für wen gebaut wird, ist in keinem Staat dem Zufall überlassen, sie hängt ab vom Auftraggeber, von den Kräften, die die ökonomischen Mittel und die politische Macht besitzen. Diese Mittel und diese Macht sind groß! Denn die Bauindustrie gehört in jedem industrialisierten Land zu den bedeutendsten Wirtschaftszweigen.

So ist das auch in beiden deutschen Staaten. Aber so unterschiedlich wie die beiden Staaten, die sich seit zwölf Jahren auf deutschem Boden entwickelt haben und heute feindlich gegenüberstehen, so unterschiedlich ist auch das Bauwesen beider Staaten.

In der Deutschen Demokratischen Republik arbeiten die Bauschaffenden zum erstenmal in der Geschichte Deutschlands für die wahren Interessen des Volkes, der Zukunft zugewandt. Alles, was auf den Reißbrettern der Architekten und unter den Händen der Bauarbeiter entsteht, dient dem Volk, wird durch das Volk veranlaßt und mit der Kraft des ganzen Volkes geschaffen. An der Spitze des Bauwesens stehen Kommunisten und Kämpfer gegen den Faschismus, Bauschaffende, die dem Sozialismus und dem Frieden, dem Staat der Arbeiter und Bauern und der deutschen Nation zutiefst verpflichtet sind.

In der westdeutschen Bundesrepublik aber bestimmt die Bourgeoisie, was und für wen gebaut wird. Sie ist es, die Aufträge zum Bauen verteilt und Architekten fördert oder boykottiert. Sie ist es, die, selbst unbehelligt durch den verlorenen Krieg und wiedererstarkt im antikommunistischen Bündnis der imperialistischen Welt, von neuem die Architekten an ihre Interessen bindet und an ihren Geschäften beteiligt. Und sie ist es auch, die an die entscheidenden Positionen des Bauwesens wieder jene reaktionären und faschistischen Kräfte einschleust, die schon einmal bei Kriegsvorbereitungen und im Krieg so exakte Dienste leisteten. Die Monopole und Konzerne sind es, die das westdeutsche Bauwesen beherrschen.

Aus dem nationalen Dokument der Nationalen Front des demokratischen Deutschland

„Die geschichtliche Aufgabe der Deutschen Demokratischen Republik und die Zukunft Deutschlands"

Die deutsche Bourgeoisie hat jeden Anspruch auf die Führung Deutschlands verspielt.

Da die deutsche Bourgeoisie das deutsche Volk immer wieder in die verhängnisvollsten Katastrophen geführt hat, muß die historische Wahrheit ausgesprochen werden:

Solange die Konzerne, Großbanken und ihre Militaristen auch nur in einem Teil Deutschlands die Herrschaft ausüben, ist die physische Existenz des ganzen deutschen Volkes bedroht, ist seine Einheit unmöglich.

Jedoch: Es hat in all den entscheidenden Perioden der deutschen Geschichte auch ehrliche, fortschrittliche, demokratische und patriotische Vertreter des deutschen Bürgertums gegeben. Im Geiste der großen humanistischen Traditionen sind sie gegen den imperialistischen Strom geschwommen. Sie suchten ehrlich nach einem demokratischen Wege nach einer Vertretung der wahren Interessen der deutschen Nation. Aber sie scheiterten und mußten scheitern, weil sie sich nicht mit den klassenbewußten deutschen Arbeitern verbanden, die imstande gewesen wären, das ganze Volk auf einen anderen, glücklicheren Weg zu führen.

*

Gefährlichster Feind des deutschen Volkes war immer und immer wieder jene kleine herrschende Schicht, die sich die Früchte der Arbeit des Volkes aneignete und seinen Fleiß und sein Talent mißbrauchte, um Raubkriege gegen andere Völker zu führen.

Die Rechnung hatte jedesmal das deutsche Volk mit Blut und Gut, mit Schweiß und Tränen zu begleichen. Allein in den sechs Jahrzehnten seit der Jahrhundertwende waren mehr als 10 Jahre seines Lebens durch zwei Weltkriege, weitere 20 Jahre durch Inflation und Überwindung wenigstens der schwersten Kriegsfolgen, weitere lange Jahre mit Aufrüstung und neuen Kriegsvorbereitungen angefüllt. Hinzu kamen Not und Elend der Wirtschaftskrisen. Wem allein zu Nutzen? Nur den Herren der Konzerne und Banken, den Junkern und Großgrundbesitzern! Sie bereicherten sich auf Kosten aller anderen Schichten des Volkes an Krieg und Inflation.

Der unversöhnliche Widerspruch zwischen den friedlichen Interessen der großen Mehrheit des deutschen Volkes und den Profit-, Raub- und Eroberungsinteressen seiner herrschenden Klassen bestimmte den Leidensweg der deutschen Nation in ihrer neueren Geschichte.

*

Doch auch in Westdeutschland werden sich die friedliebenden Kräfte durchsetzen. Auch sie, die Arbeiter, Bauern, Handwerker, die Angehörigen der Intelligenz und breite Schichten des Bürgertums werden sich von der Herrschaft und dem Einfluß der Imperialisten und Militaristen befreien und die Geschicke Westdeutschlands in die eigenen Hände nehmen. Auch sie werden schließlich mit uns gemeinsam den Weg gehen, der von der Geschichte in unserer Epoche des Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus vorgezeichnet ist. Auch sie werden den Weg beschreiten, den heute schon ein bedeutender Teil der Menschheit bewußt geht, den morgen alle Völker brüderlich vereint gehen werden, den Weg zu einem freien, friedlichen und glücklichen Leben im Sozialismus.



1

Und die Architekten? Lassen sie sich um der Architektur und lohnender Projektierungsaufträge willen wiederum dazu verführen, all ihre Schöpferkraft und Fähigkeiten in den Dienst des Profits zu stellen, wie immer, wenn die Bourgeoisie Konjunktur hat oder Kriege inszeniert und also lohnende Bauaufträge vergeben kann?

Welche Gedanken machen sich die Architekten, die den Monopolen einen Verwaltungspalast nach dem anderen bauen, mit den besten und teuersten, dauerhaftesten und modernsten Materialien, ausgestattet mit allem erdenklichen Komfort technischen Fortschritts, ästhetisch durchgeformt bis ins letzte Detail, gelegen an den bevorzugtesten Stellen der Stadt als Wahrzeichen angeblicher Unvergänglichkeit und Dauer ihrer Herren? Wissen sie, was sie tun? Beunruhigt sie nicht, daß sie es sind, die der nackten Brutalität des kapitalistischen Systems das schöne Kleid der Menschenfreundlichkeit verkaufen, zur Tarnung dessen, was unmenschlich ist und häßlich ist? Erinnern sie sich nicht mehr an die Kriegsverbrechen eben dieser Monopole und Konzerne, für die sie heute all ihr Können aufbieten, um schöne Gebäude zu errichten? Haben sie vergessen, daß Zehntausende deutscher Bauarbeiter, Architekten und Ingenieure in der Vorbereitungszeit des zweiten Weltkrieges und Hunderttausende zu Sklaven degradierter Menschen überfallener Völker in den Jahren des Krieges beim Bau von Rüstungsanlagen dem Profit gerade jener Monopole und Konzerne dienen mußten, denen sie heute wieder zu Diensten sind? Glauben denn diese Architekten wirklich, ihre Herren hätten sich gewandelt und seien heute anders als früher?

Nein! Die deutsche Bourgeoisie hat sich nicht gewandelt. Sie hat nichts aus der Geschichte gelernt. Monopole, Konzerne, Großgrundbesitzer und Militaristen sind vereint in der Absicht, ein drittes Mal in diesem Jahrhundert es mit dem Krieg zu versuchen, mit der „Fortsetzung der Geschäfte mit anderen Mitteln". Mehr als 30 Prozent der Baukapazität fließen bereits wieder in die Rüstung. Überall entstehen militärische Bauten und Anlagen. Der Anteil an öffentlichen Bauten und am Tiefbau ist, wie die Bundesstatistik ausweist, gegenüber dem gedrosselten Wohnungsbau sprunghaft gestiegen. Auch die Zeitungen und Zeitschriften werben immer häufiger für den Rüstungsbau. Das Rüstungsgeschäft braucht alle, braucht Bauarbeiter, Architekten und Ingenieure und Baufirmen!

Das ist der Weg, der ins Verderben führt, nicht in die Zukunft, für die es zu bauen gilt.

Die Zukunft Deutschlands liegt dort, wo für den Frieden gebaut wird, für das Leben und für die Interessen des Volkes.

Wenn die Monopole bauen . . .

So wie die herrschenden Gedanken die Gedanken der herrschenden Klasse sind, so sind die beherrschenden Bauten der Stadt die Bauten der herrschenden Klasse.

In Westdeutschland herrschen die Monopole und Konzerne, und ihre Bauten beherrschen die Städte.

1

Verwaltungsbau der Phoenix-Rheinrohr AG in Düsseldorf (Thyssenhaus)

Die Phoenix-Rheinrohr AG gehört zum Thyssenkonzern, dem größten westeuropäischen Montankonzern.

Der Thyssenkonzern ist eng mit den Spitzen des westdeutschen Staates liiert. Aufsichtsratsvorsitzender der August-Thyssen-Hütte ist der ehemalige Nazi-Bankier Pferdmenges, heute die rechte Hand Adenauers.

2

Verwaltungsbau der Badischen Anilin- und Sodafabrik (BASF) in Ludwigshafen

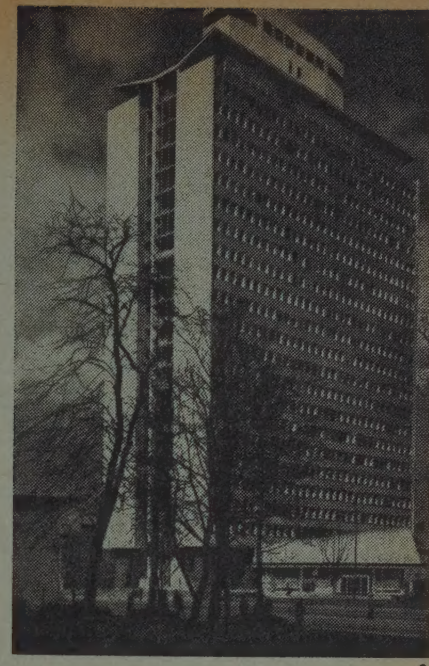
Die BASF ist die wichtigste Gesellschaft der IG-Farben-Gruppe. Aufsichtsratsvorsitzender ist der ehemalige Nazi-Bankier Abs, heute die linke Hand Adenauers.

3

Verwaltungsbau der Mannesmann AG in Düsseldorf

Die Mannesmann AG ist der drittgrößte Montankonzern Westdeutschlands und arbeitet eng mit der Deutschen Bank zusammen, welche die Mehrheit des Aktienkapitals vertritt.

Aufsichtsratsvorsitzender ist Wilhelm Zangen, ehemaliger Leiter der Reichsgruppe Industrie, Mitglied des faschistischen Rüstungsrates und des Industrierates beim OKH.



2

3



Aus westdeutschen Fachzeitschriften

„Hic Rhodus — Hic salta!"

Unter dieser Überschrift schreibt das Organ der westdeutschen Zement- und Betonkonzerne „Beton" im März 1962:

„Das Bundesverteidigungsministerium will im laufenden Jahr aus seinem 15 Milliarden DM umfassenden Haushalt fast 2 Milliarden DM für militärische Baumaßnahmen verwenden, wie der Hauptverband der Bauindustrie aus Bonn erfahren hat. Davon werden 400 Millionen DM auf Kasernen-Neubauten in allen sechs Wehrbereichen entfallen."

Die gleiche Zeitschrift schreibt zuvor, daß in Westdeutschland noch immer 2 bis 2,5 Millionen Wohnungen fehlen. Das beunruhigt sie nicht, wohl aber bewegt sie die Sorge, ob für die Kaserne vorgefertigte Betonelemente verwendet werden und ob die Bundesregierung Winterbaumaßnahmen geplant hat.

•

Die „Deutsche Bauzeitschrift" berichtet im März 1962, daß im Gebiet Rheinland-Pfalz die „Verteidigungsbauten" um 74 Prozent und in Baden-Württemberg um 52 Prozent zunahmen.

•

Die „Allgemeine Bauzeitung" Nr. 50/1961 macht die Mitteilung:

Kassel. — Vom Bundesministerium für den wirtschaftlichen Besitz des Bundes wird die Erweiterung von zwei Kasernen geplant.

Oberbexbach (Saar). — Die Errichtung von 108 Wohnungen für Bundeswehrangehörige ist vorgesehen.

•

Die „Bauwelt", Heft 9/1962, teilt mit:

„Der Hauptverband der deutschen Bauindustrie hält es gemäß seinem neuesten Konjunkturausweis für möglich, daß die Bauarbeiten, bei denen 1962 mit starker Nachfrage zu rechnen ist — besonders im Straßenbau und im Verteidigungsbau —, ihren Anteil an dem sich weiterhin ausdehnenden Gesamtbauvolumen beachtlich erhöhen können, da die Anteile des Wohnungsbaus sowie des gewerblich-industriellen Baus sich verringern dürften."

Seilnetzwerke und Hängedächer als ein Arbeitsfeld der Internationalen Vereinigung für Schalenkonstruktionen (IASS)

Dr.-Ing. Herrmann Rühle

Es entsprach dem universellen Geist Eduardo Torrojas, wenn er bei Gründung der IASS als ihr erster Präsident ein ernstes Bemühen um die Einheit von Form und Inhalt, Konstruktion und Ausführung zu ihrer Aufgabe machte. Wußte doch der zu früh aus einem der Baukunst gewidmeten Leben gerissene große Architekt und Ingenieur zu gut, daß gerade die Schalenbauweise ohne eine solche enge Verflechtung Gefahr läuft, ins Abstrakt-künstlerische oder Abstrakt-mathematische unter Verlust ihrer eigentlichen Bedeutung für das Bauen abzugleiten. Bei der vergleichend zu anderen Bauarten beachtlich größeren Problematik der räumlichen, dünnwandigen oder feingliedrigen Systeme liegt der Wert einer engen internationalen Zusammenarbeit auf der Hand. So ist die rasch gewachsene IASS zu dem wohl einzigartigen internationalen Forum geworden, auf dem Architekt und Ingenieur nicht nur gemeinsam helfen, die Entwicklung vorwärtszubringen, sondern auch voneinander an den grundsätzlichen Ideen lernen, das Wesentliche ihrer Arbeit zu verstehen und zu interpretieren. Grundlage einer solchen fruchtbaren Wechselwirkung bleibt das Gespräch, das „Symposium" im besten Sinne des Wortes. Eine Organisation solcher Gespräche ist aber nur sinnvoll, wenn sich der Kreis der Teilnehmer nicht wie bei den großen Kongressen immer mehr aufbläht, sondern einer vernünftigen Beschränkung unterliegt. Die IASS hat in den letzten Jahren mit gutem Erfolg eine Reihe solcher Veranstaltungen durchgeführt. Ihre in Berichten mitgeteilten Ergebnisse vermitteln einen in der Aktualität umfassenden Überblick neuester Erkenntnisse, wie man ihn in Büchern üblicher Art so selten erreichen kann. Auch das Bulletin der IASS pflegt ganz im Zeichen einer engen Zusammenarbeit von Architekt und Ingenieur das Gedankengut beider.

Nach den Kolloquien in Madrid, Dresden, Delft und Brüssel, die sich mit Fragen der Konstruktion und Ausführung bei Abhängigkeit von der Form, mit den vorgefertigten Schalen, neueren Erkenntnissen modellstatischer Untersuchungen und mit approximativen Berechnungsverfahren befaßten, stehen wir nun unmittelbar vor einem Kolloquium über Seilnetzwerke und Hängedächer. Diese Art räumlicher Konstruktionen hat die IASS mit in ihre Arbeit einbezogen, wobei die Durchführung eines solchen Kolloquiums ein besonderes Anliegen Professor Torrojas war.

Daß in den letzten Jahren sehr oft und zu verschiedenen Zwecken auf das Seil als Element weit und räumlich spannender Konstruktionen zurückgegriffen wurde, ist eine Folge grundsätzlicher Ideen, die eng mit den Namen Frei Otto und René Sarger verbunden sind. Es ist hinreichend bekannt, daß die ersten ausgesprochenen Seildächer erst nach ihrer Geburt mit der Mathematik in engere Berührung kamen. Wir kennen heute eine Reihe konsequent in diese Richtung geplanter und ausgeführter Konstruktionen, die zunächst vorwiegend Ausstellungs- und Repräsentativbauten sind. Auch kennzeichnet manch kühner Entwurf die Unterschrift als leider noch nicht ausgeführt. Doch beginnen sich die ersten praktischen Vorstellungen von der Zukunft der Seilnetzkonstruktionen zu bilden, und wir dürfen mit einer größeren Verbreitung dieser Bauweise vielleicht dann rechnen, wenn einerseits alle bautechnischen Eigenschaften als weitgehend gelöst und ausgereift angesehen werden können, andererseits aber auch die funktionellen Bedürfnisse sich den Eigenheiten derartiger Seildächer anzupassen beginnen. Wir wollen nicht verkennen, daß der Einsatz von Seilkonstruktionen großer und größter Stützweiten, zum Beispiel für Zwecke der Industrie, ein Mitgehen aller zum Bau schlechthin gehörenden Arten der Technik bedingt. Denken wir dabei nur an den immer schwieriger werdenden Komplex der Entwässerung, Wärmedämmung, Belüftung und Beheizung. Auch den statisch-theoretischen Problemen, den Lastannahmen und Festigkeitsproblemen muß noch sehr viel Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dabei sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, daß hierdurch nur ein Übergewicht wissenschaftlich nicht ausgereifter Ideen vermieden wird, nicht aber Form und Konstruktion — soweit sie gesetzmäßig sind — durch übertriebene Einengung vergewaltigt werden. Hier die richtigen Grenzen zu finden, ist die Kunst, deren Beherrschung nicht einfach ist.

Die IASS begrüßt sehr, daß sich viele ernsthaft auf diesem reizvollen Gebiet der Baukunst und Bautechnik arbeitende Architekten, Ingenieure und Baupraktiker in Paris zusammenfinden, um im Gespräch dem technischen Fortschritt zu dienen. Wir freuen uns, daß auch unsere Ingenieure und Architekten in der Deutschen Demokratischen Republik wertvolle Ergebnisse mehrjähriger Arbeiten auf statisch-theoretischem Gebiet, Betrachtungen zu den Last- und Windannahmen und Entwurfsgrundlagen dem Kolloquium vorlegen können. Diese sind in der unter Leitung von René Sarger arbeitenden Arbeitsgruppe der Deutschen Bauakademie entstanden. Meist also Arbeiten, welche die Ideen in die Formelsprache der Mathematik zu kleiden versuchen und durch Logik und Erkennen der Grenzen in die Konstruktion den Sicherheitsbegriff einführen. Nichts wäre wünschenswerter, als daß diese Ergebnisse nach Herausforderung der Kritik einen wertvollen Beitrag zur verstärkten Anwendung von Seilnetzdächern und Hängedächern auch bei uns in der Deutschen Demokratischen Republik geben könnten. Wir sollten uns aber frei halten von Meinungen, die nun nur in Seilnetzkonstruktionen eine Perspektive für die große Stützweite sehen. Stahlbetonschalen und vielleicht einmal Schalen aus Kunststoff haben nach wie vor viele Vorteile. Es ist auch sehr gewagt, vom grünen Tisch her akademisch feststellen zu wollen, was in welchem Fall besser ist, ohne schon über ausgereifte Erfahrungen in der Praxis zu verfügen. Wenn wir aber bedenken, einen welch großen, verschiedenartigen Kreis von menschlichen Bedürfnissen unsere Bauwerke zu befriedigen haben, dann müßte es eigentlich einfach sein, eine Ordnung zu finden, die volkswirtschaftliche Notwendigkeit mit den Möglichkeiten in Einklang bringt. Für ernsthafte Bemühungen in Richtung der räumlichen Baukonstruktionen — wie Schalen, Seilnetzwerke, Hängedächer, feingliedrige Gitterwerke und andere — aus Stahl, Aluminium, Beton, Keramik und Kunststoffen liegt heute eine sehr aussichtsreiche Zukunft vor uns. Der Leichtbau wird in der gesamten Technik angestrebt. Dies mit überlieferten Formen und Konstruktionen machen zu wollen, kann nur für den Anfang erfolgreich sein. Deshalb wird uns mancher Umdenkungsprozeß in allen Disziplinen des Bauwesens nicht erspart bleiben.



Räumliche Strukturen und Seilnetzkonstruktionen

Professor René Sarger, Paris



Seilnetzdach des Französischen Pavillons auf der Brüsseler Weltausstellung

Von jeher besteht eine enge, unlösbare Verbindung zwischen der Konstruktionstechnik und der Architektur.

Bei der Entwicklung und Veränderung der Architektur spielt die Veränderung ihres beweglichsten und revolutionärsten Elements, nämlich der Konstruktionstechnik, eine große Rolle. Neue Konstruktionen und Konstruktionsmethoden führen daher auch zu einer neuen Architektur, zu neuen architektonischen Formen, zu neuen Theorien und ästhetischen Auffassungen von der Architektur, selbstverständlich nicht losgelöst von der politischen, ökonomischen und kulturellen Entwicklung der Gesellschaft, sondern in wechselseitigem Zusammenhang mit ihr.

Das soll nun keineswegs bedeuten, daß die Theorien und ästhetischen Auffassungen von der Architektur, gleichviel aus welchen Quellen sie hervorkommen, etwa keinen Einfluß auch auf die technische Entwicklung ausüben. Im Gegenteil, dieser Einfluß kann sogar sehr stark sein, er kann sich entweder positiv oder negativ, entweder hemmend oder vorwärtstreibend auswirken.

Es ist bekannt, daß sich eine neue Strukturform im Rahmen einer alten Architektur nicht vollständig entfalten kann, jedenfalls solange nicht, bis dieser traditionelle Rahmen der Architektur sich nicht in Praxis und Theorie entsprechend verändert.

Wie die Geschichte beweist, gerät jedoch die architektonische Entwicklung, auch wenn sie von Zeit zu Zeit noch so sehr hinter der technischen Entwicklung zurücksteht, eines Tages doch in eine harmonische Übereinstimmung mit der fortgeschrittenen Konstruktionstechnik. Ja, es kommt dann sogar dazu, daß von der Architektur her höchste Erwartungen an das Neue in der Konstruktionstechnik gestellt werden.

Der Übergang zu einer neuen Konstruktionstechnik wird gewöhnlich nicht sofort auch in seinen umwälzenden Auswirkungen auf die Architektur begriffen oder etwa mit dieser Absicht bewußt betrieben.

Als im vorigen Jahrhundert beispielsweise die englischen Ingenieure Metallprofile anwandten, um das strukturelle Skelett der aus Steinen gebauten Häuser zu formen, bestand ihre Idee anfangs lediglich darin, die klassischen Strukturen so wirtschaftlich wie möglich zu verstärken. Die architektonische Umwälzung, die diese Umwandlung nach sich zog, haben sie nicht vorausgesehen. Ihre bewußte Tätigkeit richtete sich auf eine sofortige technische Verbesserung und nicht auf die Suche nach einer neuen Architektur, von der sie etwa vorher eine Vorstellung gehabt hätten. Dennoch entstand im Verlauf dieser Entwicklung der Bau des berühmten Kristall-Palastes in London. Die Leistung des Gärtners Paxton, Superintendent der Parks und Gärten des Grafen von Devonshire, bestand darin, daß er die Stahlprofile, die er aus seiner Praxis kannte, für den Bau des Kristall-Palastes in Vorschlag gebracht hat und dann auch anwandte. Was er damit letztlich eingeleitet hat, war die Entwicklung der Architektur aus Stahl und Glas.

Ebenso ist es heute bei der Entwicklung einer Architektur mit räumlichen Strukturen der Überdachung. Diese moderne Form der Dachüberdeckung ist nicht etwa die launische Formidee des „modernen" Architekten, sondern das Resultat der Entwicklung von neuen Konstruktionen, der Betonschalen, der räumlichen Fachwerke sowie der Seilnetze.

Die Architektur wird sich auf der technischen Grundlage dieser neuen Konstruktionen und Strukturen dann zur Vollkommenheit entwickeln, wenn Architekten und Ingenieure schöpferisch zusammenarbeiten und in einer solchen gemeinsamen Arbeit so schnell wie möglich die seit hundert Jahren eingetretene unheilvolle Trennung des Architekten vom Ingenieur überwinden, eine Trennung, die das Resultat der Arbeitsteilung unter den Bedingungen der kapitalistischen Gesellschaft ist.

Für die Überwindung dieser Trennung — die am ehesten und von Grund auf in den sozialistischen Ländern vollzogen werden kann, weil dort die gesellschaftlichen Ursachen beseitigt wurden, die sie hervorbrachten — setzen sich seit langem die besten Architekten und Ingenieure in allen Ländern der Welt ein.

Hier soll zitiert werden, was Pier Luigi Nervi in seinem Bericht „Über den Einfluß des Stahlbetons und des technischen und wissenschaftlichen Fortschritts auf die Architektur von heute und morgen" auf dem UIA-Kongreß im Juli 1961 in London sagte:

„Der Formenreichtum des neuen architektonischen Vokabulars wächst jeden Tag weiter an, was nicht nur auf das Ansteigen der Anzahl und der Vielfalt der Konstruktionsmaterialien zurückzuführen ist, die von der Industrie angeboten werden, sondern, und das ist das Wichtigste, auch auf das Fortschreiten der Konstruktionsmethoden ... Es ist notwendig, daß sich die Ausdruckskraft der architektonischen Form mit diesen neuen Methoden vereint, daß die Architekten mit den Ingenieuren zusammenarbeiten und daß sie vor allem lernen, den wahren Wert der Wissenschaft von der Konstruktion zu schätzen ... Nur auf diese Weise wird der Architekt zu einem wirklichen Ideengeber, zu einem Dirigenten in der grandiosen architektonischen Sinfonie, die uns die Zukunft verspricht."

Es kann nicht etwa die Aufgabe dieses Beitrages sein, die gesamten „instrumentalen Möglichkeiten dieser grandiosen Architektursinfonie" zu untersuchen. Es sollen hier lediglich die wichtigsten Konstruktionen zur Überdachung von großen und größten Räumen vorgestellt und ihre charakteristischen Merkmale dargelegt werden. In diesem Sinne wird zu sprechen sein von Betonschalen, dreidimensionalen Strukturen oder räumlichen Fachwerken, Hängedächern und von vorgespannten Seilnetzen.

Dächer aus Betonschalen

Es gibt heute im wesentlichen zwei Konstruktionsmethoden von Betonschalen:

die handwerkliche, gleichsam mit der Hand errichtete und geformte Schale, als deren hervorragendster Vertreter Felix Candela gelten kann,

und die Schale aus vorgefertigten Betonelementen, als deren Schöpfer wohl in erster Linie Pier Luigi Nervi angesehen werden muß.

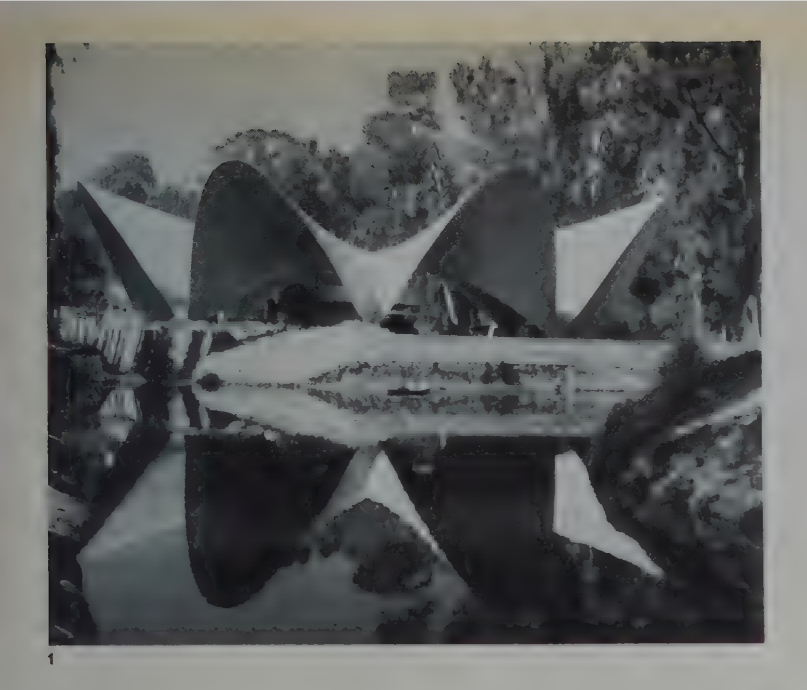
Candelas Schalen sind nicht nur kühne Konstruktionen, sie haben auch erstaunlich schöne Formen. Sie sind für gewöhnlich nicht stärker als vier bis fünf Zentimeter und werden mit außerordentlich wenig Stahl hergestellt. Sind sie aber auch wirtschaftlich?

Felix Candela gab auf die Frage nach der Wirtschaftlichkeit seiner Bauten anläßlich eines Besuches in der Deutschen Demokratischen Republik im Juli 1961 folgende Auskunft:

„Bei uns in Mexiko wird der Beton, auch für meine Schalen, in der Regel mit der Hand und in einfachen Eimern auf das Stahlgeflecht aufgetragen. Das ist eine schnelle und billige Methode, die gleichzeitig einen schönen glatten Beton garantiert. Als wir in den Vereinigten Staaten von Amerika die gleiche Methode anwandten, hat die Schale dort ein Vielfaches von dem gekostet, was sie in Mexiko gekostet hatte, denn Handarbeiten sind in diesem hoch industrialisierten Land sehr teuer. Wie also soll ich Ihnen sagen, ob meine Schalen wirtschaftlich sind oder nicht? Für uns in Mexiko sind sie wirtschaftlich."

Diese Feststellung läßt eine wichtige Schlußfolgerung zu: Die Entwicklung bestimmter Konstruktionstechniken hängt nicht nur von dem ab, was technisch möglich ist, sondern auch davon, was unter bestimmten ökonomischen Verhältnissen eines Landes möglich und rentabel ist.

Es ist deshalb nur verständlich, daß hochindustrialisierte Staaten immer mehr dazu übergehen, Betonschalen aus vorgefertigten Elementen herzustellen. Dabei muß zwischen der Vorfertigung der Schalenelemente auf der Baustelle und der industriellen Fertigung der Elemente in der Fabrik unterschieden werden. Für die massenweise Herstellung und Verwendung von Betonschalen ist zweifelsohne die industrielle Fertigung von Schalenelementen der Weg der Zukunft. Dieses Prinzip ist bisher am fortgeschrittensten in der Sowjetunion entwickelt. Auch in der Deutschen Demokratischen Republik sind bereits erste erfolgreiche Schritte auf diesem Weg getan worden. Sie fanden auf den Tagungen des Internationalen Schalenkolloquiums bereits des öfteren weltweite Anerkennung.

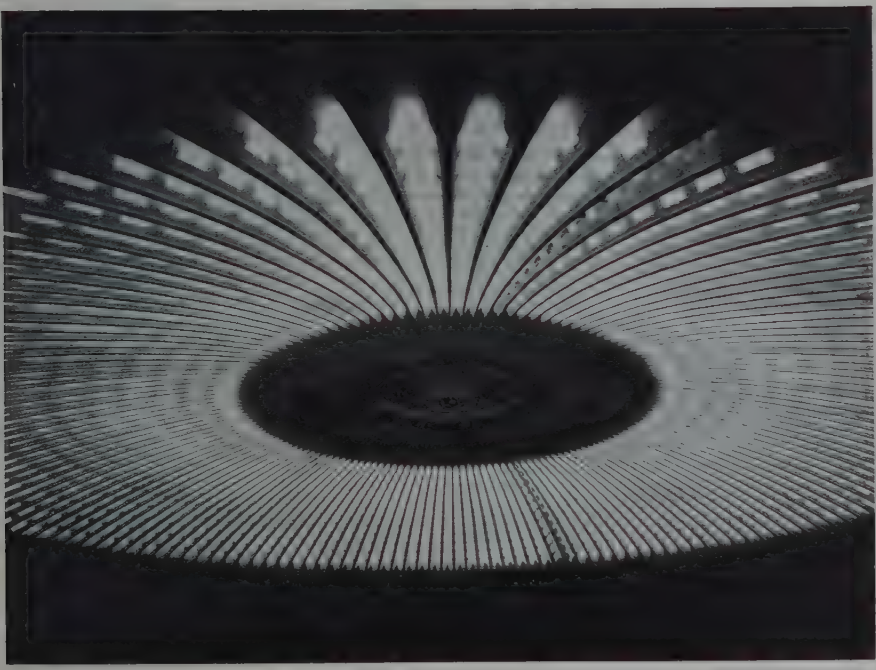


1

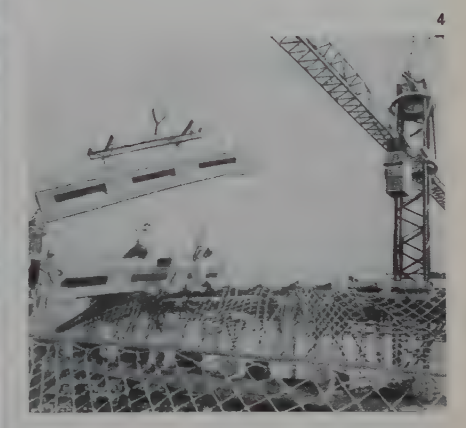


2

3



4



5



1
Park-Restaurant in Xochimilko

Gebaut: 1958
Entwurf: Felix Candela, Joaquin Alvavez Ordónez

Die 4 cm starke Schale besteht aus acht gleichen Flächen, die jeweils einen Ausschnitt des hyperbolischen Paraboloids darstellen.

2
Arbeiten an einer Betonschale

Typisches Beispiel für die handwerkliche Fertigung der von Candela gebauten Schalen

3
Sportpalast in Rom

Gebaut: 1960
Entwurf: Professor Pier Luigi Nervi

Die Kuppel mit einer Spannweite von 100 m ist aus vorgefertigten Dachelementen rippenförmig zusammengesetzt.

4
Sportpalast in Rom

Montage der vorgefertigten Dachelemente für die Rippen der Kuppel

5
Fertigteil-Schale

Entwickelt: 1959

Entwurf: Eduardo Torroja

Jedes Schalenelement mit einer Länge von 10,25 m und einer Breite von 1,85 m besteht aus 10 durch Vorspannung miteinander verbundenen Fertigteilen.

Das an Naturformen erinnernde Schalenelement ist in seiner Form dem Kräfteverlauf entsprechend gebildet: Die größeren Dimensionen liegen in der Mitte des Schalenelementes, wo auch die größten Beanspruchungen auftreten. Die Stärke der zu Versuchszwecken erprobten Schale beträgt 3 cm.



6



7

6 | 7
Ausstellungshalle in Paris

Centre National de l'Industrie et de la Technique

Gebaut: 1958

Entwurf: R. Camelot, I. De Mailly, B. H. Zehrfuß als Architekten,
Jean Prouvé als Ingenieur

Die Grundfläche des Bauwerkes ist ein gleichseitiges Dreieck von 218 m Seitenlänge. Das Dach wird von drei gewellten zylindrischen Flächen gebildet, die sich im Scheitel in drei horizontalen Linien schneiden. Das Dach besteht aus doppelten Schalen, die je eine Dicke von 6 cm haben. Beide Schalen sind aus einzelnen wellenförmigen, vorgefertigten Schalenelementen zusammengesetzt.

8 | 9
Omnibusbahnhof in Leningrad

Gebaut: 1961

Entwurf: „Glawleningradstroi"

Die Anlage wurde als Experimentalbau ausgeführt. Vier vorgefertigte und nachträglich zusammengespannte Schalenkonstruktionen überdecken eine Grundrißfläche von je 40 m × 40 m. Zwischen den Schalen läuft kreuzförmig ein Oberlichtband. Die Schalen in Form einer Translationsfläche werden an den vier Eckpunkten abgestützt und bestehen aus einheitlichen Elementen. Jede Schale wird durch horizontale Zuganker an ihren vier Seiten zusammengespannt.

(Näheres dazu siehe Seite 418)



9



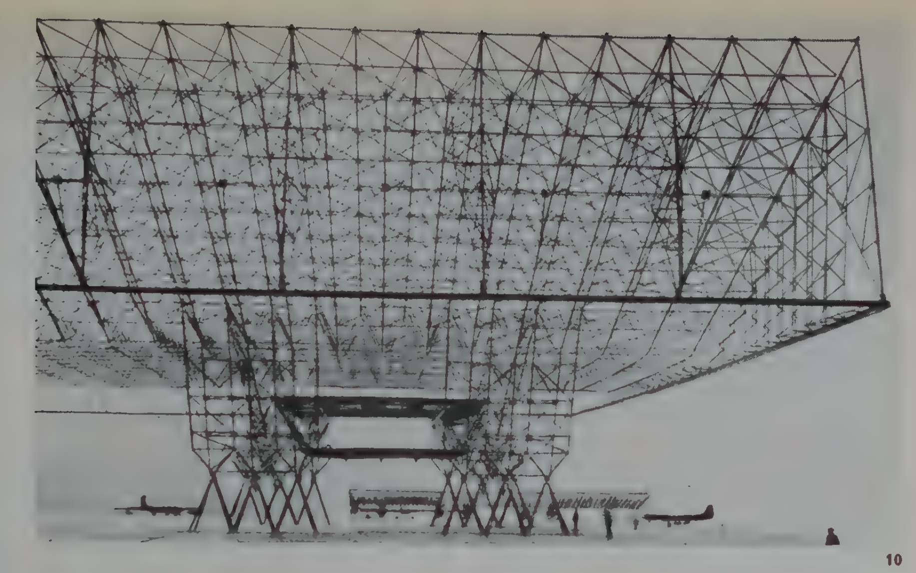
Die Notwendigkeit, Räume zu überdachen, deren Dimensionen immer größer werden, sowie die Notwendigkeit, einen Zusammenklang der drei Faktoren: Ausdehnung, Eigengewicht und Belastung zu finden, hat eine Anzahl von Architekten und Ingenieure veranlaßt, sich mit einem strukturellen System zu beschäftigen, das die trigonometrische Vermessung des Raumes zur Basis hat. Das räumliche Fachwerk ist aber vor allem auch aus der Notwendigkeit entstanden, ein Konstruktionssystem zu schaffen, das vorwiegend für horizontale Oberflächen mit großer Spannweite günstig ist. Nach S. Ketoff.

Da für den Bau dieser dreidimensionalen Strukturen eine verhältnismäßig große Menge geschweißter Stahlkonstruktionen benötigt wird, liegen ihre Kosten oft weit höher als bei anderen Strukturen.

Bis zu welchen Ausmaßen eine Überdeckung mit räumlichen Fachwerken möglich ist, zeigt das Projekt eines nur auf wenigen Auflagerpunkten geplanten Daches für einen Flugzeughangar. Es stammt von dem in Amerika lebenden Deutschen Konrad Wachsmann.

In der Größe bescheidener ist die Überdachung der Eingangshalle der Fabrik Citroen in Rennes. Das im wesentlichen aus hexagonalen, vorfabrizierten Pyramiden zusammengesetzte Metallgerippe erhebt sich auf einfachem Mauerwerk.

Eine andere Konzeption für ein räumliches Fachwerkdach liegt dem von unserem Büro in Paris in Zusammenarbeit mit den Architekten Foroughi und Ghiai projektierten Parlamentsgebäude von Teheran zugrunde. Das räumliche Fachwerk aus Rohren hat die Gestalt einer Linse und überdacht den Parlamentssaal, die Wandelgänge und Nebenräume. Die vorgeschlagene Konstruktion stellt gegenüber den sonst üblichen dreidimensionalen Fachwerkkonstruktionen eine Zwischenlösung auf dem Wege zu einem Dach mit vorgespannter Metallstruktur dar, denn es wird durch das Eigengewicht der Überdachung, das auf die in Gelenken ruhende Aufstützträger drückt, eine Vorspannung erzeugt. Dadurch kann eine ganz besondere Straffheit der Überdachung erzielt werden, die der Stabilität des Gebäudes außerordentlich zu Hilfe kommt.



10

10
Flugzeughangar

Entwurf: Konrad Wachsmann

Modell des 240 m langen Hangars. Die freitragende Auskragung (im Bild nach vorn) beträgt etwa 50 m.



11

1:500

11 a

11 b

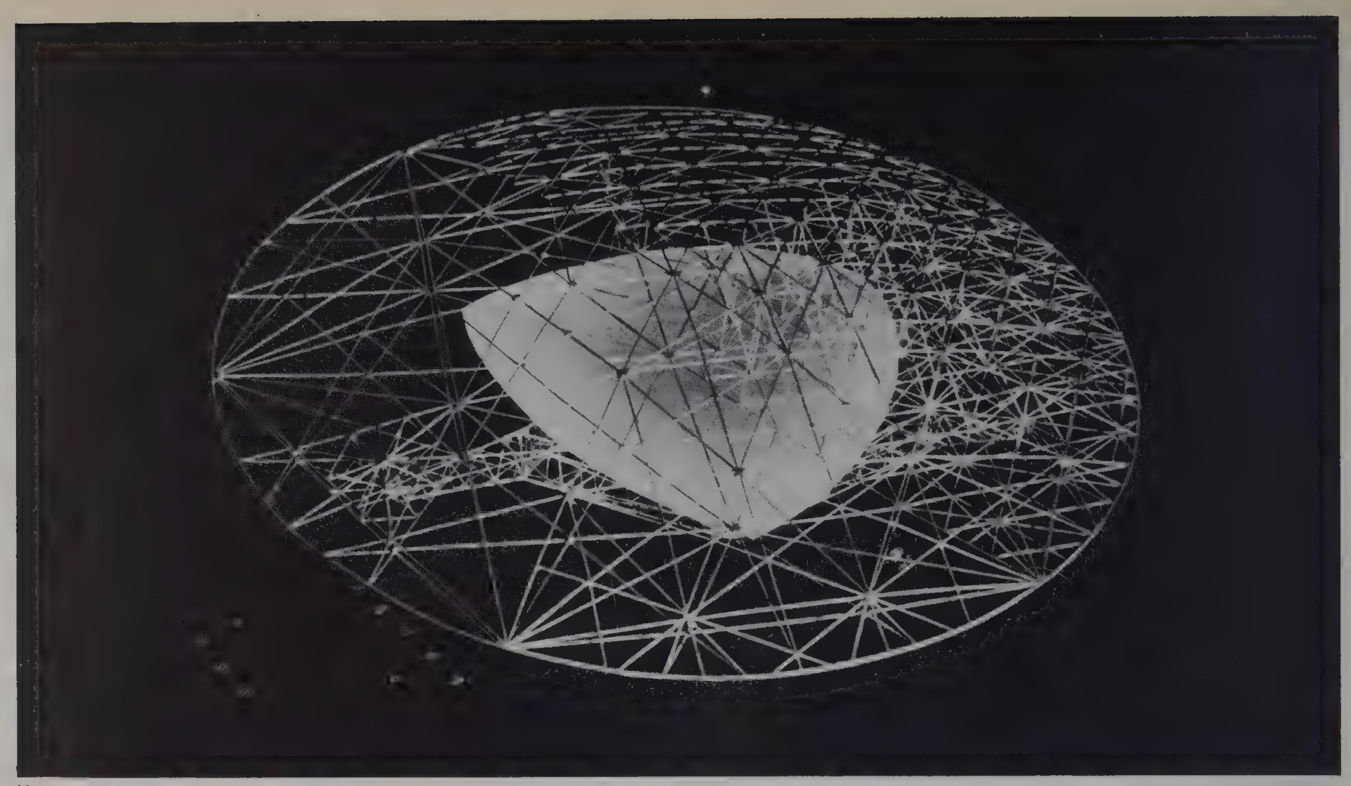
11
Dach über der Eingangshalle der Fabrik Citroen in Rennes

Entwurf: Denieul, Marty als Architekten,
S. Du Chateau als Ingenieur

Das Metallgerippe des Fachwerkes erhält als Dachdeckung ein Gewebe aus Plastik, das zusammengeschweißt ist. Auf ihm liegen vorfabrizierte Platten, die auf dem Knotenpunkt befestigt sind und so die Decken und die isolierenden Werkstoffe halten. Diese Platten sind mit einer Kupferfolie abgedeckt.

11 a
Struktur der oberen Decke: hexagonale Pyramiden

11 b
Struktur der unteren Decke: dreidimensionale geschweißte Rahmen



12

Hängedächer

Eine weitere, sehr interessante Form der Überdachung großer Räume ist das Hängedach. Es hat eine lange Tradition und wurde bereits im alten Rußland durch die damals neuentstehende Drahtseilindustrie hervorgebracht, später aber nicht weiterentwickelt. Novicky hat diese Konstruktionsmethode als erster wieder aufgegriffen, als er seine Raleigh-Halle baute.

Diese Halle ist ganz besonders durch folgendes Vorkommnis bekannt geworden:

Als die Halle fertiggestellt war und sich bei einer gutbesuchten sportlichen Veranstaltung ein schwerer Sturm erhob, begann die gesamte Überdachung zu schwanken und im Winde zu flattern. Zwar war der Einsturz des Daches nicht zu befürchten, der Eindruck jedoch, den dieser Vorgang auf das daruntersitzende Publikum machte, ist leicht vorstellbar. Um ein Flattern des Daches im Winde künftig zu verhindern, mußten zusätzliche Kabel an die Trageseile des Daches geknüpft werden.

Für den weiteren Bau von Hängedächern ergab sich folgende wichtige Erkenntnis: Die Überdachung muß so schwer gemacht werden, daß die Dachhaut durch Windsog nicht hochgehoben werden kann, oder es muß durch Abspannseile eine Steifigkeit in der Querschnittsebene erzielt werden.

Ein Beispiel für ein solches Hängedach ist die Überdachung des Hafens von Bremen. Es wurden verschiedene Projekte ausgearbeitet. Zuerst sollten lediglich die Kräne geschützt werden, aber bald hat sich aus ökonomischen Gründen die Idee herauskristallisiert, den gesamten Hafen zu überdachen. Das von Frei Otto vorgelegte Projekt sieht zwei verschiedene Netze vor, und zwar ein Netz mit großen Maschen, das sogenannte Schneenetz, und das sogenannte Windnetz mit kleineren Maschen.

Dieses Windnetz hat eine zylindrische Form. Es verhält sich unter den Windkräften wie ein gespannter pneumatischer Zylinder. Die Schneelast wird durch runde Zusammenknüpfpunkte beider Netze auf das Schneenetz übertragen. Beide Netze haben gegeneinandergekrümmte Kurven. Die Knicksicherheit der Masten von 85 m Höhe wird durch Unterspannung in drei Ebenen garantiert. Es ist ganz besonders interessant, daß dieses neuartige Bauwerk ohne Rüstung und ohne Verschalung errichtet werden soll. Eine lichtdurchlässige Plastikhaut soll über das ganze Netz gezogen werden.

Überdachung des Bremer Hafens

Entwurf: Hans Budde, Dick Heinrichs als Architekten, Frei Otto, Carster Schrock als Ingenieure

Das Hängedach mit einer Länge von 1500 m und einer Breite von 390 m überspannt die Kaianlagen und das 150 m breite Hafenbecken.

14 15
Modellaufnahmen des Hängedaches

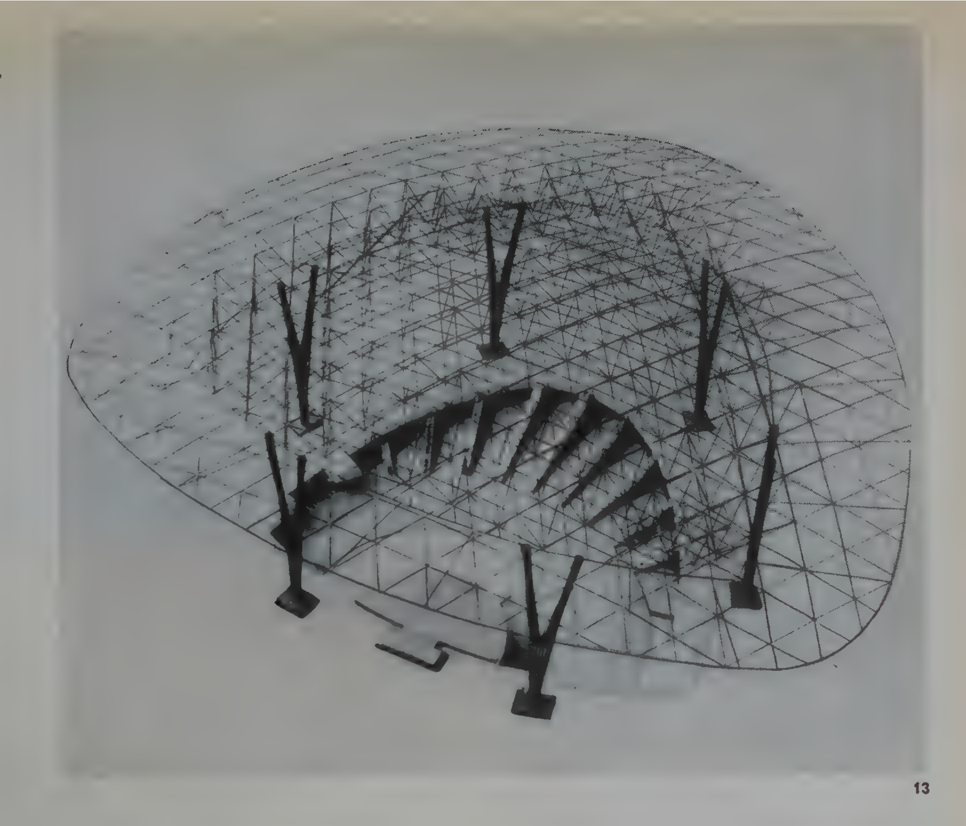
Die statischen Funktionen des Schneenetzes — das obere zwischen die Masten gespannte Seilnetz — und des Windnetzes — das untere engmaschige und abgedeckte Seilnetz — sind in der Struktur des Bauwerkes leicht ablesbar.

Parlamentsgebäude für Teheran

Entwurf: M. Foroughi, H. Ghiai als Architekten,
A. Bloc als beratender Bildhauer,
R. Sarger als Ingenieur

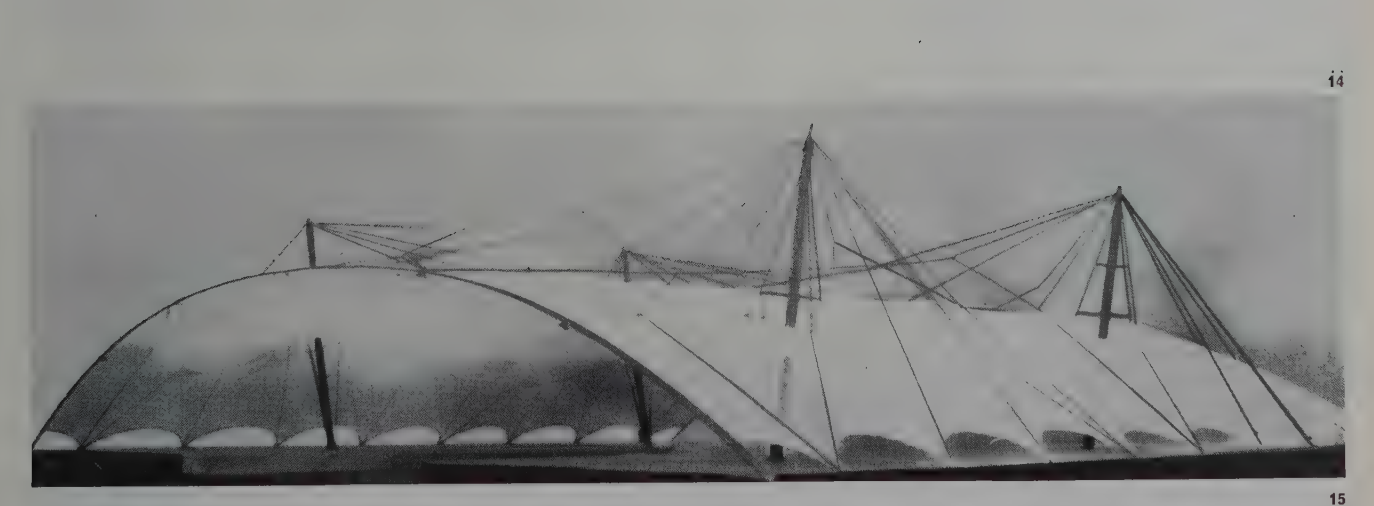
12
Erste Studie

13
Zweite Studie



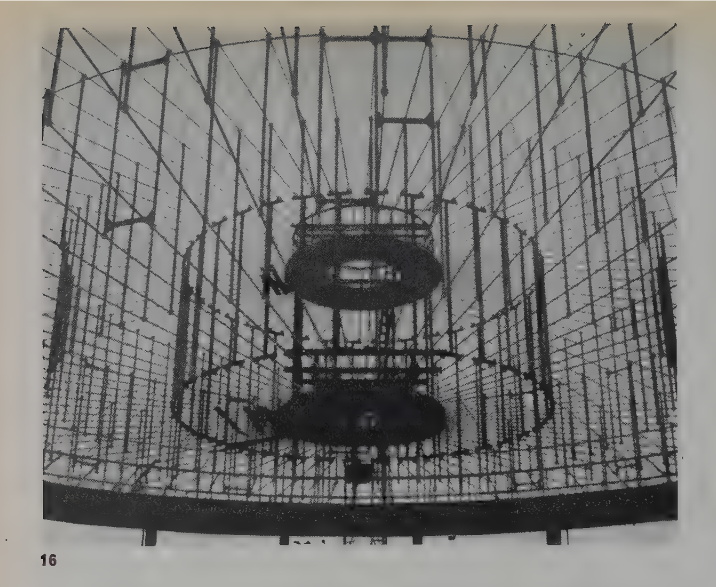
13

14



15





16

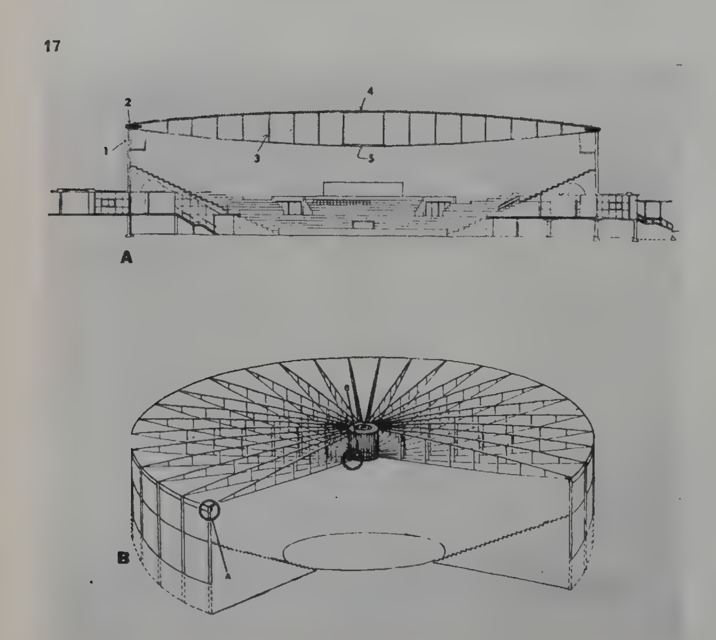
Beachtenswert ist auch die Konstruktion der 1959 erbauten New Yorker Stadthalle. Hier ist der Beweis erbracht, daß ein System der Vorspannung aus zwei miteinander verbundenen Kabelnetzen eine Stabilität garantiert, die den Kräften des Windes sehr wohl entgegenzustehen vermag. Es hat sich ferner gezeigt, daß mit einem solchen System bei bedeutend größerer Wirtschaftlichkeit und Leichtigkeit eine ebenso große Steifigkeit erzeugt werden kann wie bei einem normalen Rahmen- oder Binder-Stützensystem. Es werden auch weniger Stützpunkte benötigt. Die gesamte Überdachung ist übrigens aus vorgefertigten Teilen errichtet worden.

16 | 17
Stadthalle in New York

Fertiggestellt: 1959
Entwurf: Gehron, Seltzer als Architekten

Das Hängedach überspannt einen kreisrunden Raum mit einem Durchmesser von 76 m. Es ist ausschließlich aus Fertigteilelementen zusammengesetzt.

17



Dem Hängedach steht das vorgespannte Seilnetz nahe, das unserer Auffassung nach die praktischste und ökonomischste Lösung der stützenfreien Überdachung großer und größter Räume in technisch hochentwickelten Ländern darstellt. Diese Netze können so vorgespannt werden, daß Windeinwirkungen nicht mehr zu Flattererscheinungen führen können wie beim Hängedach von Novicky.

Als der französische Pavillon in Brüssel gebaut wurde, haben wir uns gesagt, ein Kabelnetz mit einer Plastikhautüberdachung kann nur dann genügend steif sein, wenn es gegen die Randträger so verspannt ist, daß keinesfalls irgendein Seil schlaff wird. Diese Bedingung hat notwendige Konsequenzen, insbesondere für die architektonische Form: Ein Seilnetz kann nur dann eine durch Vorspannung versteifte Struktur sein, wenn es eine negativ gekrümmte Fläche ist. Das vorgespannte Seilnetz stellt eine völlig neue Konstruktionsmethode dar, die in jeder Hinsicht, bei der Berechnung wie bei der Verwirklichung, von den bekannten Methoden der Konstruktion nicht nur abweicht, sondern im Grunde das Gegenteil davon darstellt: es gibt kein Stütze-Last-Verhältnis mehr.

Der französische Pavillon in Brüssel ist zum Prototyp der Anwendung einer solchen Idee geworden. Alles war neu zu erarbeiten: erstens die Theorie der Vorspannung, zweitens die systematische Berücksichtigung der Windeinflüsse auf eine solche Struktur, drittens das Flattern, viertens die Konzeption für mögliche architektonische Formen.

Ein wahrhaft begeisterndes Programm, das sich aber in Frankreich an der Mauer der Routine und der Uninteressiertheit totlaufen sollte, und wenn nicht totlaufen, so doch zumindest nicht entwickeln konnte. Der französische Pavillon war nichts als ein Gewaltakt der Technik ohne Zukunft, und der Pavillon „Marie Thumas", ebenso das Informationszentrum auf dem Platz Bouckere in Brüssel entstanden lediglich bei der günstigen Gelegenheit, anläßlich der Weltausstellung interessante Pavillons zu errichten.

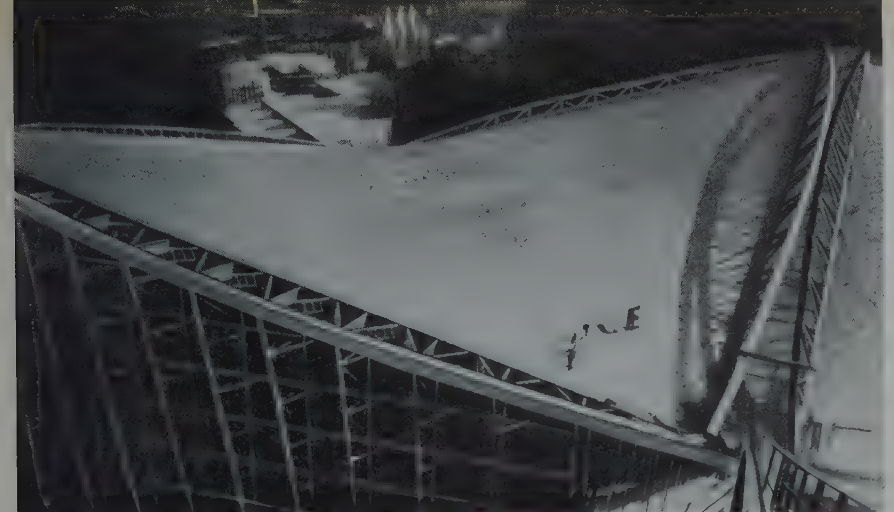
Französischer Pavillon

auf der Brüsseler Weltausstellung

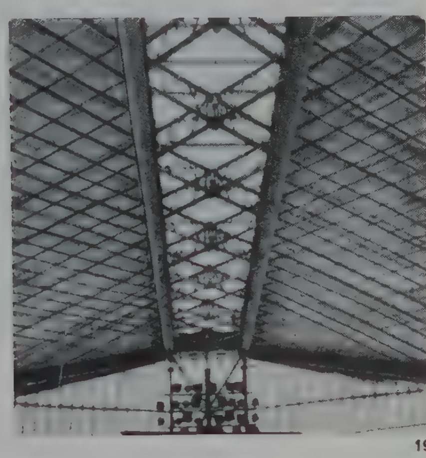
Gebaut: 1958

Entwurf: G. Gillet als Architekt,
R. Sarger als Ingenieur

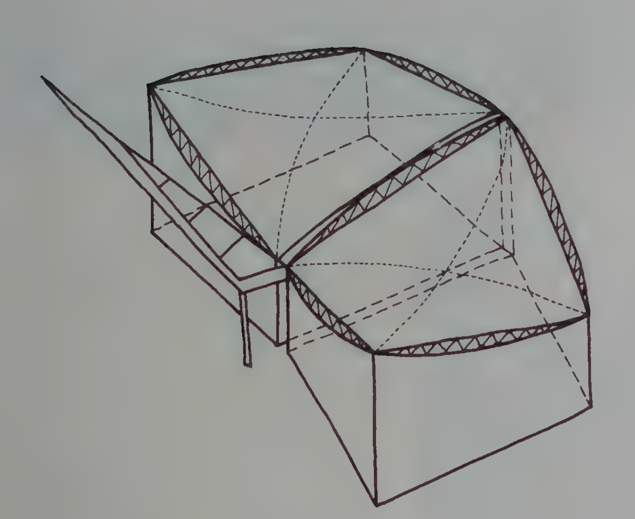
Der Pavillon bedeckte eine Fläche von 12000 m². Das Dach wird von zwei hyperbolischen Paraboloiden gebildet, die sich über rhombenförmigen Grundflächen in einer Höhe von 17 bis 35 m erheben. Es ist ein auf starre Rahmen vorgespanntes Kabelnetz (Patent Sarger). Die Maschenweite des Kabelnetzes beträgt etwa 1,30 m. In der Achse der zueinander symmetrisch liegenden rhombenförmigen Gebäudeteile ragt der 65 m lange und unter 45° schräg nach oben geführte „Pfeil" empor, der die französische Fahne trug. Dieser Pfeil ist konstruktiv mit einer zweiarmigen, waagerechten Gabel verbunden, die im Inneren des Gebäudes diagonal durch die Rhomben verläuft und die Lasten der Paraboloide aufnimmt.



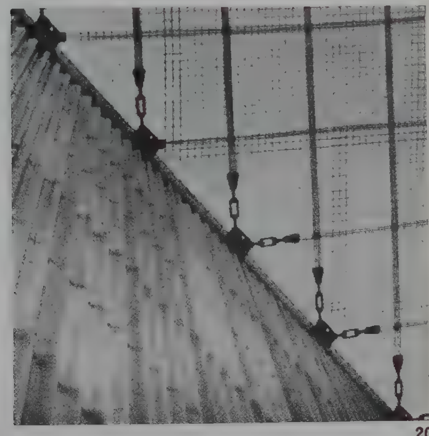
18



19



21



20

22



18
Blick auf eines der beiden hyperbolischen Paraboloide. Das Gewicht der Überdachung einschließlich der Tragekabel beträgt nicht ganz 20 kg/m².

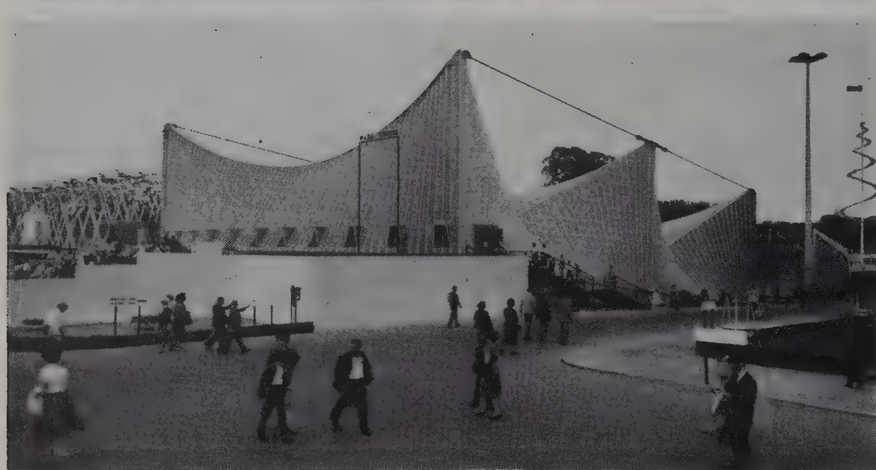
19
Innenansicht in der Achse des Gebäudes

20
Befestigung der Kabel am Randbalken

21
Skizze von der räumlichen Konzeption des Pavillons mit seinen beiden hyperbolischen Paraboloiden auf rhombenförmigen Grundriß

22
Zentraler Aufstützpunkt, von dem aus die Diagonalstreben und der Pfeiler ausgehen





23
24
25

Pavillon Restaurant Marie Thumas

auf der Brüsseler Weltausstellung

Gebaut: 1958

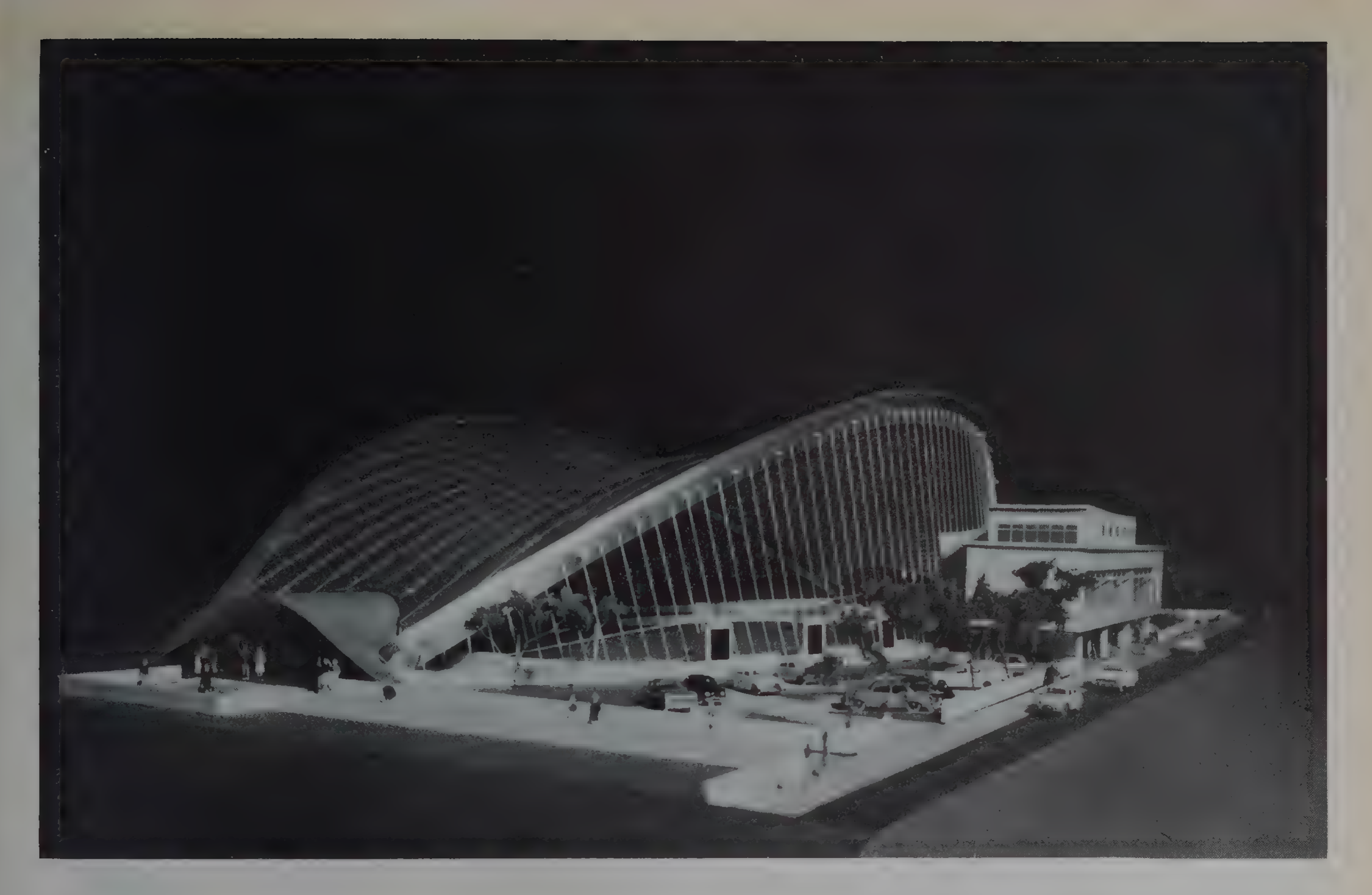
Entwurf: Baucher, Blondel, Fillipone als Architekten, R. Sarger als Ingenieur

Das Selbstbedienungsrestaurant mit 500 Plätzen hat eine Länge von 53 m und eine Breite von 36,8 m. Die mit einer synthetischen Haut verkleidete vorgespannte Metallstruktur hat vier Auflagerpunkte.



Außerhalb Frankreichs, wie immer, haben diese Untersuchungen das notwendige Echo gefunden. Der Deutschen Demokratischen Republik ist es zu danken, daß seit dem Ende des Jahres 1959 zwischen der Deutschen Bauakademie in Berlin und der CETAC (Cabinet d'Etudes Techniques d'Architecture et de Construction) sowie im besonderen mit mir selbst eine enge Zusammenarbeit begonnen werden konnte, in deren Rahmen mir wissenschaftliche Mitarbeiter und ein Versuchslaboratorium für eingehendere Untersuchungen zur Verfügung standen. In Dresden erhielt ich einen ehrenvollen Lehrauftrag, und auch in Westdeutschland, nämlich in Stuttgart, hat sich mit Herrn Professor Siegel und seinen Studiengruppen eine fruchtbare Zusammenarbeit herauskristallisiert.

In die Projektierung des nächsten großen Bauwerkes, das in Frankreich gebaut



25
Sporthalle von Saint-Ouen

Entwurf: Metrich Kopp, Chazanoff als Architekten,
R. Sarger als Ingenieur

Das Bauwerk besteht aus einem vorgespannten Seilnetz, das in der Form eines hyperbolischen Paraboloids zwischen zwei aus Beton gefertigte Randträger gespannt ist. Mit einer Oberfläche von 3000 m² überspannt das Dach eine Länge von 100 m und eine Breite von 45 m bei maximaler Höhe von 28 m.

Die Struktur der Fassade (die Kabel) ist vorgespannt und auf Zug beansprucht.

werden sollte, sind die Ergebnisse umfangreicher Windkanalversuche im Laboratorium der Deutschen Bauakademie mit Tausenden von Meßwerten eingeflossen. So ergab sich eine internationale Zusammenarbeit, der es jetzt zu verdanken ist, daß die ersten Arbeiten beim Bau der großen Sporthalle von Saint-Ouen bei Paris begonnen werden konnten. Neben diesem Projekt wurden in enger Zusammenarbeit mit den Architekten und den Architektenkollektiven der Deutschen Demokratischen Republik interessante Projekte ausgearbeitet. Mit Herrn Professor Henselmann wurde unter anderem besonders die Möglichkeit der Vorfabrikation und des Zusammenfügens von kleineren Seilnetzelementen untersucht, um sich vergrößernde Objekte, wie zum Beispiel Markthallen oder Cafés und Restaurants, zusammensetzen zu können. Aber auch die Projektierungsbüros in Stralsund, Rostock, Karl-Marx-Stadt, Halle und viele andere interessieren sich für das vorgespannte Seilnetz.

Es ist nur natürlich, daß sich ein Staat wie die Deutsche Demokratische Republik für die vorgespannten Seilnetze interessiert, weil sich beim Aufbau und beim schnellen Voranschreiten des ehemals so sehr zerstörten Landes immer wieder neue Aufgaben des Überdachens von großen Flächen ergeben: bei Sportzentren, Schwimmhallen, Markthallen, Zoogebäuden und so weiter. Das System der industriellen Vorfertigung, das in den sozialistischen Ländern und auch in der Deutschen Demokratischen Republik vorherrscht, begünstigt die Anwendung von vorgespannten Seilnetzen ganz besonders. Es wird möglich sein, Elemente vorzufertigen, die dem Industrieraster der Deutschen Demokratischen Republik entsprechen, wie zum Beispiel Rahmenträgerteile, Stützmasten und Kabel, und sie einschließlich der ebenfalls vorfabrizierten Fundamente mit Leichtigkeit mittels normaler Transportmöglichkeiten an die verschiedenen Orte zu schaffen, an denen Bauwerke errichtet werden sollen.

Die Leichtigkeit des Seilnetzdaches, sein geringer Materialverbrauch sowie seine große Arbeitsproduktivität — zumal unter den Bedingungen der Vorfertigung — machen diese neue Konstruktion zur Überdachung großer und größter Räume äußerst wirtschaftlich. Diese Vorteile des Seilnetzdaches sind bereits heute unbestritten.

Ingenieuren und Architekten ist mit der Entwicklung der vorgespannten Seilnetze eine begeisternde Aufgabe gestellt, die Aufgabe, in konstruktives und architektonisches Neuland vorzudringen und dafür all ihre Fähigkeiten und Schöpferkraft einzusetzen.

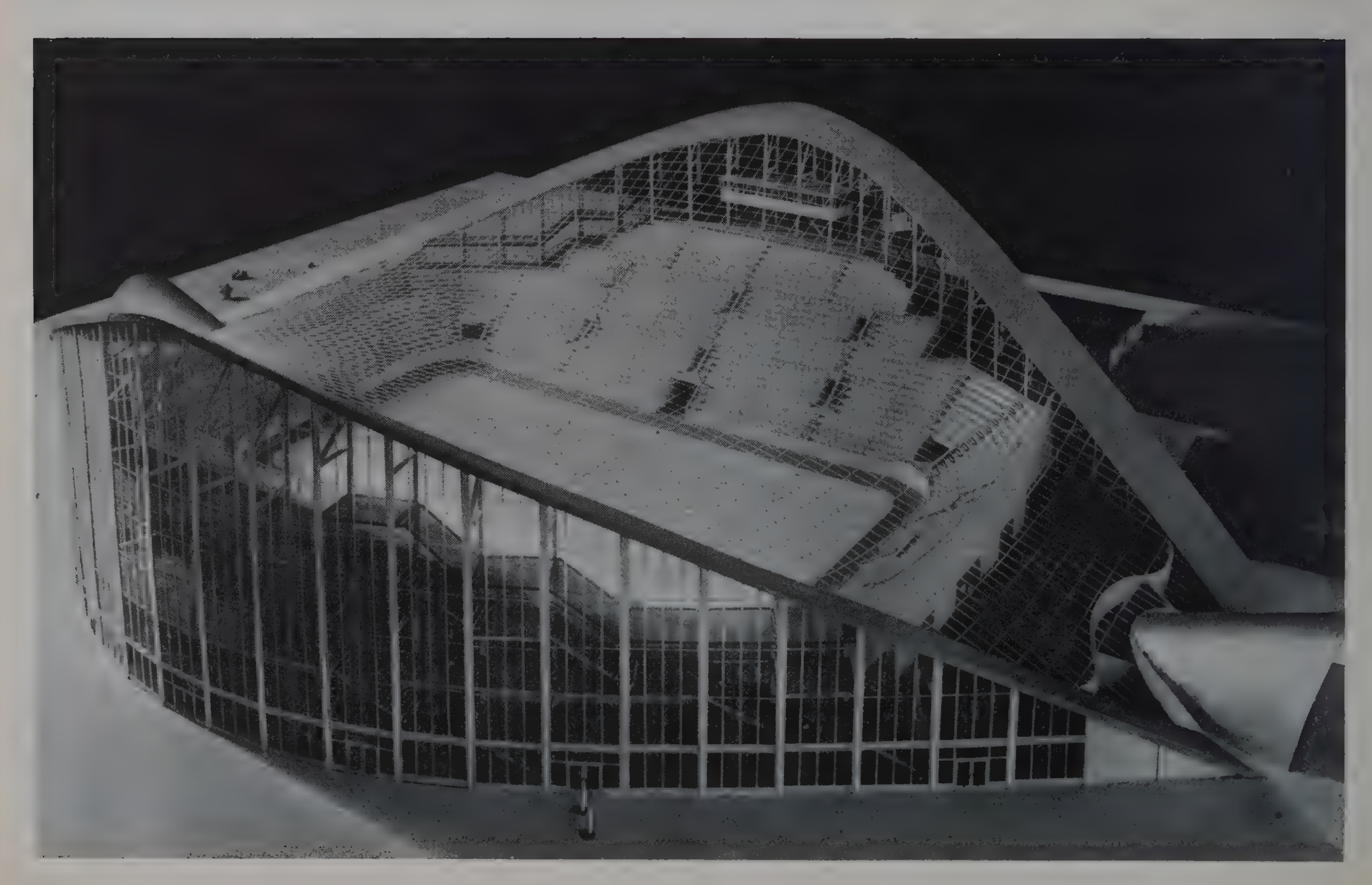
Seilnetzkonstruktionen in der Deutschen Demokratischen Republik

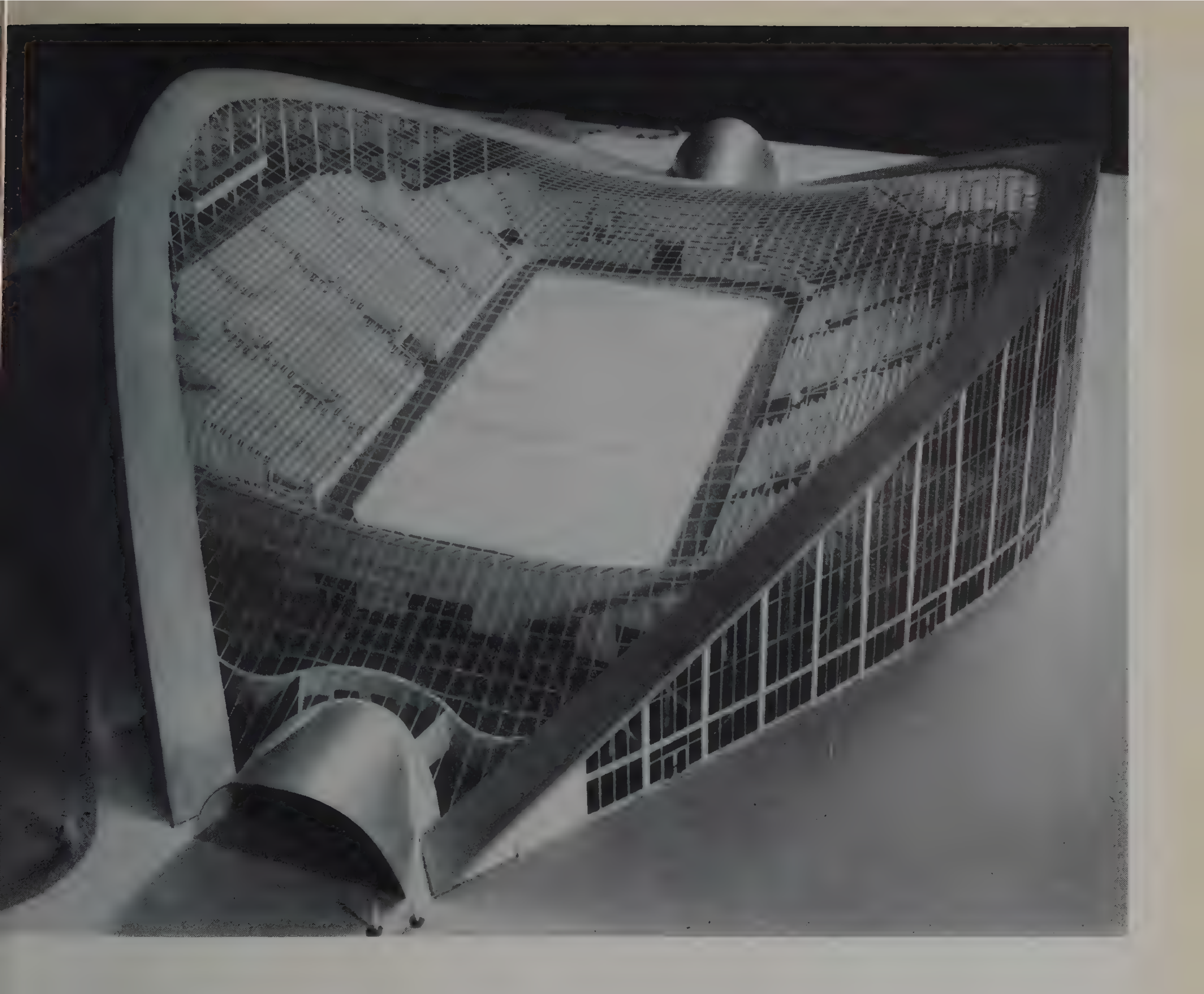
Seilnetzkonstruktionen sind nicht nur technisch etwas Neues, sie stellen auch den Architekten vor neue Aufgaben bei der Gestaltung von Innenräumen und Baukörpern.

Bisher sind in unserer Republik nur zwei Bauwerke in Seilnetzkonstruktion errichtet worden, ein kleiner Experimentalbau in Rehbrücke bei Potsdam und ein „Vogelhaus" im Berg-Zoo in Halle. Es gibt jedoch bereits viele Projekte, die für die stützenfreie Überdachung großer Räume Seilnetzkonstruktionen vorsehen. Diese Projekte werden erst in einigen Jahren zur Ausführung gelangen, wenn sich die Basis des Bauwesens so weit entwickelt haben wird, daß Bauwerke mit dieser Konstruktion sich auch ökonomisch als vorteilhaft erweisen. Bis dahin werden Experimentalbauten, wie der von der Deutschen Bauakademie im Tierpark von Berlin projektierte und vorbereitete, von großem Nutzen sein.

Entscheidende theoretische Grundlagen für die Errichtung von Bauwerken mit Seilnetzkonstruktionen sind von den Ingenieuren der Arbeitsgruppe Ingenieurtheoretische Grundlagen bei der Deutschen Bauakademie bereits ausgearbeitet worden. Einige Ergebnisse dieser Arbeit wurden dem diesjährigen Internationalen Schalenkolloquium, das im Juli in Paris stattfindet, zur Diskussion vorgelegt. Besonders wertvoll für die Arbeit dieser Arbeitsgruppe ist der Gedankenaustausch und die Zusammenarbeit mit Professor René Sarger aus Paris gewesen.

Die nachfolgenden Beiträge verfolgen das Ziel, Architekten und Ingenieure über die in unserer Republik in Projektierungsbetrieben und in der Deutschen Bauakademie geleistete Arbeit auf dem Gebiet der Seilnetzkonstruktionen zu informieren und auf diese Weise Kenntnisse und Anregungen für die Entwurfsarbeit zu vermitteln.





Eisstadion in Rostock

Gestaltung: Walter Litzkow, BDA

Konstruktion: Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lübke

VEB Industrieprojektierung Stralsund

Raumprogramm und Gestaltung

Mit dem vorhandenen Eisstadion in Rostock waren die Systemmaße für die Überdeckung gegeben. Ein bestimmtes Nutzungsprogramm mußte mit der vorhandenen Form erfüllt werden. Dabei waren die Achsen der Eisfläche und das vorhandene Maschinenhaus weitere Gegebenheiten.

Die Aufgabe lautete, soviel Sitzplätze zu schaffen, wie zur Zeit auf den Erdwällen Stehplätze (7000) vorhanden sind. Außerdem sollte das Eisstadion auch anderen Sportarten dienen können.

Außer Eishockey und Kunstlauf können bei abgedeckter Eisfläche Hallenhandball, Volleyball, Basketball, Faustball, Federball, Tischtennis, Boxen, Ringen, Heben, Judo, Geräteturnen, Gymnastik, Volkstanz und anderes betrieben werden.

Das Auftreten großer Ensembles ist möglich. Kundgebungen mit 10000 Personen können durchgeführt werden.

Nach dem Vorentwurf ergaben sich 3800 Sitzplätze und 4000 Stehplätze, also Plätze für insgesamt 7800 Personen. Alle Plätze auf den Tribünen sind in den Maßen einheitlich, um die Stehplätze in Sitzplätze umwandeln zu können. Dann ergeben sich 5800 Sitzplätze. Bei Besetzung der abgedeckten Eisfläche mit 2200 Klappstühlen ergeben sich 8000 Sitzplätze. Werden alle Plätze in Stehplätze umgewandelt, ergeben sich 10000 Plätze.

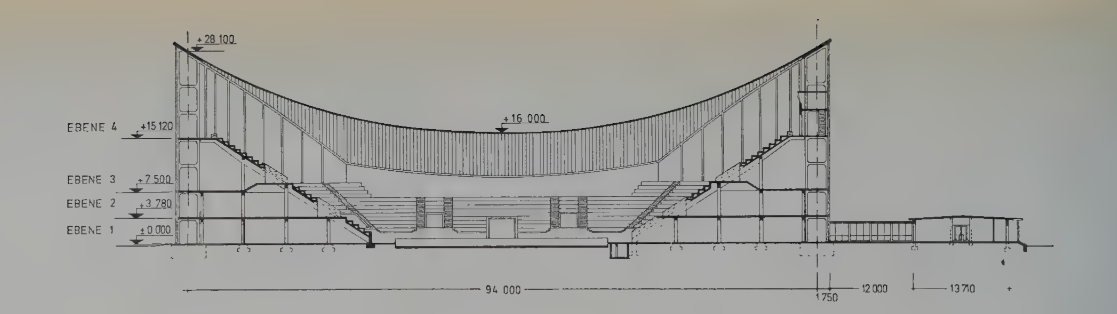
Für die Verkehrsführung beim Betreten und Verlassen des Stadions gibt es viele Möglichkeiten. Die bei Erdwall-Tribünen übliche Verteilung auf einen oberen oder einen oberen und unteren Sammler führt besonders beim Verlassen des Stadions zu einer Konzentration und Stauung der Menschenmassen.

Man betritt das Eisstadion an den Ost- und Westeingängen, deren konische hyperbolische Schalen wie „Ansaugdüsen" wirken. Durch die Vestibüle erreicht man an beiden Seiten die Wandelgänge, von denen alle Plätze zu erreichen sind. Die Treppen zu den Ebenen 2, 3 und 4 liegen innerhalb der Konstruktion der unverkleideten Stahlaußenstützen.

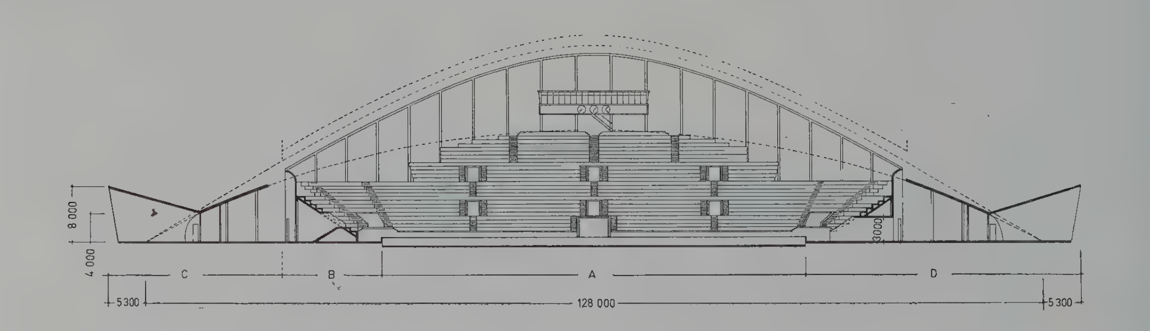
Auf jeder Seite befinden sich 1900 Sitzplätze, die über sechs Treppenläufe, die zu drei Ebenen führen, zu erreichen sind. Beim Verlassen des Stadions liegt in der Ebene 1 neben jedem Treppenlauf der Ausgang.

In den Ebenen 2 und 3 sind Kleiderablagen angeordnet. In der unteren Wandelhalle ist ein Erfrischungsraum vorgesehen. In den Vestibülen können weitere Verkaufsstände eingerichtet werden.

Der Grundriß zeigt, wie durch die hyperbolische Form eine Ausweitung und im



1



2

14

13

12

12

3

Aufriß eine Überhöhung der Tribünen entstehen. Die konstruktiv bedingte Form des Seilnetzdaches ergibt also die meisten Plätze an der wichtigsten Stelle, der Mittellinie der Eisfläche.

Um die Eisfläche von 30 m mal 60 m zum Beispiel für Hallenhandball spielfähig zu machen, müssen 1800 m² sauber gearbeitete Holztafeln verlegt werden, was nach der Auskunft bei der Werner-Seelenbinder-Halle in Berlin nur einen Tag dauert, obgleich die Lager der Platten dort weiter entfernt liegen. In Rostock soll das Plattenlager unter den Tribünen auf der Südseite liegen. Hier werden auch die 2200 Klappstühle gestapelt.

Für Sport- und Pflegegeräte aller Art ist unter den Stehplatztribünen ausreichend Platz. Hier kann auch eine zerlegbare Bühne, die bei Kundgebungen an einer Schmalseite aufgestellt wird, gelagert werden.

Das Umkleidegebäude an der Südseite ist durch einen kurzen Gang mit der Eisfläche verbunden. Es enthält Umkleideräume für Mannschaften und berücksichtigt besonders die Umkleidemöglichkeiten für den Nachwuchs in Form vieler kleiner Umkleideräume. Sanitätsraum, Verwaltung, Schlittschuhwerkstatt, Sauna und Klubraum vervollständigen das Raumprogramm des eingeschossigen Gebäudes.

An der Südseite ist in 18,90 m Höhe die Reporterkabine in die Konstruktion der Außenwand gehängt. Außerdem sind hier die Schaltzentrale für die Beleuchtung des Innenraumes sowie die Musikzentrale untergebracht, die gute Sichtverbindung zur Eisfläche braucht. Nach den Erfahrungen in Berlin und Weißwasser benötigen die Fernsehreporter keine festen Stände.

Für besondere Anlässe, zum Beispiel Eisrevue, sind vier Scheinwerferstände in 11,34 m Höhe vorgesehen.

Die Akustik des Innenraumes machte zunächst einige Sorgen, bis eine Zusammenarbeit mit Professor Dr.-Ing. Reichardt, Dresden, eine beruhigende Auskunft ergab. Es heißt wörtlich: „Seitens der Akustiker wurde festgestellt, daß die an sich eigenwillige Form der Halle mit üblichen Maßnahmen durchaus akustisch beherrschbar ist und daß sie sogar bezüglich der Schallverteilung gegenüber herkömmlichen Formen Vorteile bietet.“

Eine auf + 17 °C geheizte Halle hat erfahrungsgemäß keinen ungünstigen Einfluß auf die Qualität des Eises. Es ist eine Mischluftheizung vorgesehen, bei der Heizung und Lüftung in einer Anlage arbeiten. Den erforderlichen Wärmebedarf von 3,5 Mill. kcal/h liefert das Kesselhaus am Schwimmstadion.

Die äußere Gestaltung ist in den Grundzügen durch die Konstruktion festgelegt. Trotzdem ist eine große Zahl von Varianten möglich.

Bei der gewählten Lösung bleiben die waagerechten Verbände der Außenwand hinter der Glashaut. Dadurch entsteht eine klare vertikale Gliederung, die die große Linie des Ganzen am besten unterstreicht. Außerdem werden dadurch die waagerechten Verbände vor Korrosion geschützt. Im Einverständnis mit der Feuerwehr bleiben alle Stahlstützen unverkleidet. Die Scheibengrößen bleiben innerhalb der üblichen Industriemaße. Sie sind 1,35 m mal 3,50 m groß und aus durchscheinendem Rohglas.

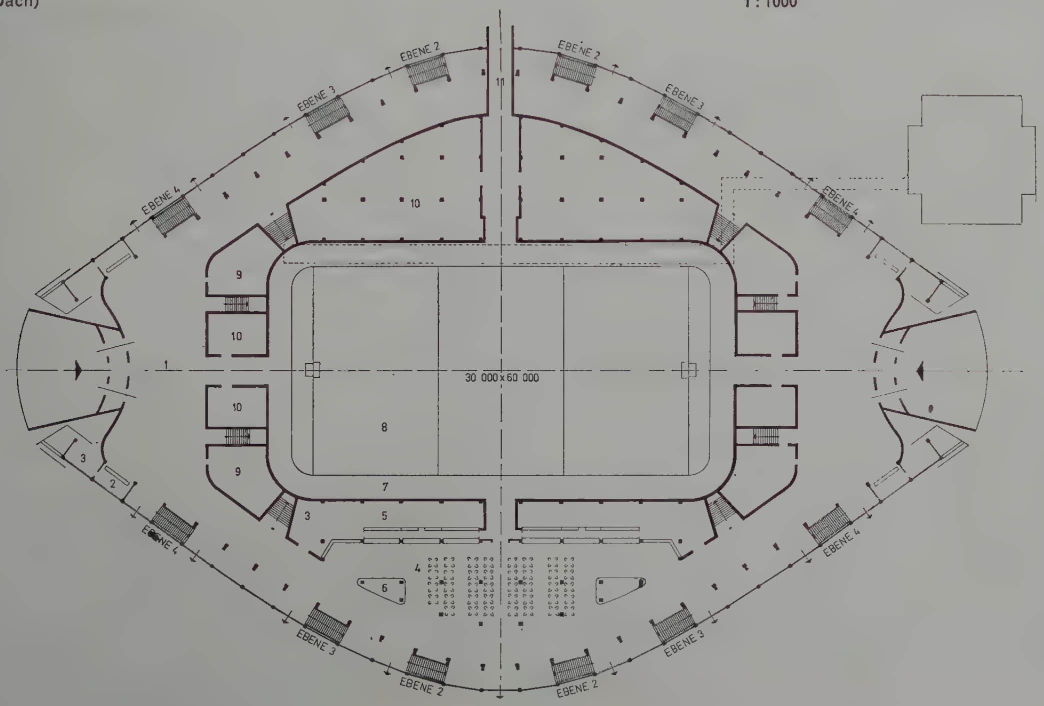
1 Vestibül
2 Kleines Büfett oder Kiosk
3 Lager
4 Selbstbedienungs-Restaurant
5 Großes Büfett
6 Vitrine für Sportartikel
7 Umgang
8 Eisfläche
9 WC
10 Abstellraum
11 Durchgang zum Umkleidehaus
12 Scheinwerferstand
13 Regiezentrale — Radioreporter, Musikzentrale, Lichtschaltraum
14 Umkleidehaus (Dach)

1
Querschnitt

2
Längsschnitt
A Schnitt durch die Mitte ohne Berücksichtigung der durchhängenden Decke
B Schnitt durch den Tribünenaufgang für Stehplätze
C Schnitt durch die Mitte des Einganges
D Schnitt durch die Durchfahrt und die Mitte des Einganges

3
Draufsicht und Ebene 4

4
Grundriß des Erdgeschosses (Ebene 1, Variante)
1 : 1000



4

Konstruktion

Die Haupttragelemente des über die Eisfläche und die Zuschauertribünen spannenden doppelt gekrümmten Seilnetzwerkes sind das Seilnetzwerk in Form eines hyperbolischen Paraboloids und die beiden eben gekrümmten hyperbolförmigen Fachwerkbogenträger.

Das Seilnetzwerk besteht aus je einer Schar von Trag- beziehungsweise Spannstählen, die im Abstand von 1800 mm beziehungsweise 1320 mm liegen. Durch den eingetragenen Vorspannungszustand werden die Formänderungen der Dachfläche infolge der Gebrauchslasten in niedrigen Grenzen gehalten. Unter eingetragenem Vorspannungszustand versteht der Statiker dem ähnlich wie beim Spannbeton durch Vorspannung erzeugten Eigenspannungszustand, in diesem Falle jedoch auf das Seilnetzwerk übertragen. Der Eigenspannungszustand wird durch das Vorspannen der Spannkabel erzielt.

Für die Seile wird Spannstahl St 60/90 mit einem Durchmesser von 26 mm verwendet. Die in Längen von 20 bis 26 m lieferbaren Spannstähle sollten gestoßen und so zu einem Seil zusammengefügt werden. Die maximalen Spannweiten sowie der Durchhang der Spann- und der Tragseile gehen aus der skizzenhaften Darstellung der Achsenschnitte auf Abbildung 5 hervor.

Für die grundsätzlich leicht auszubildende Dachhaut wurden zwei Varianten ausgearbeitet. Die erste Variante sieht die Verwendung von Wabenelementen mit ausgeschäumtem wärmedämmenden Kern und Aluminiumdeckschichten vor. Die Abmessungen der Wabenplatte betragen in der Breite 1 m und in der Länge 4 bis 5 m. In der zweiten Variante werden selbsttragende einschalige Aluminiumelemente mit elner gesondert anzubringenden Wärmedämmschicht vorgeschlagen. Die Länge der einzelnen Elemente liegt zwischen 4 m und 4,5 m. Die Dachhaut liegt auf den Seilnetzen auf.

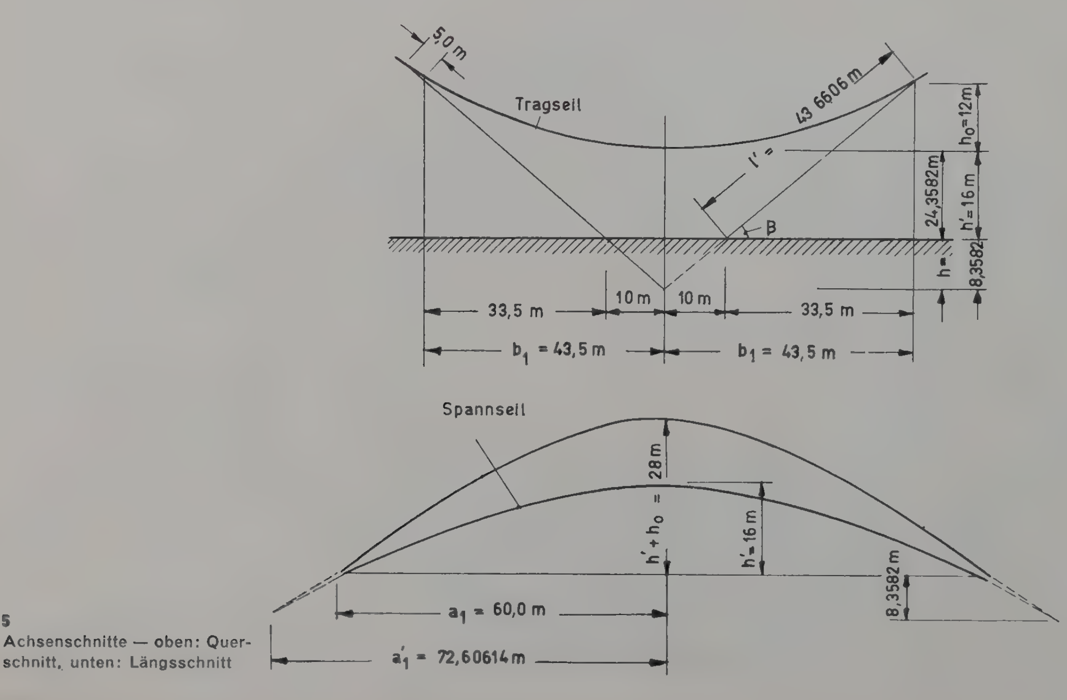
Die aus den einzelnen Lastfällen auftretenden Seilkräfte werden von dem hyperbolförmigen Fachwerkträger aufgenommen und in die Bogenwiderlager abgeleitet. Die hochbeanspruchten Randbogen werden in den Gurten aus St 52 gefertigt, die Diagonalen und die Pfosten des Bogenträgers aus St 38. Für die Wahl einer Stahlkonstruktion waren die Forderungen nach weitgehender Vorfertigung und kurzfristigem Montageablauf maßgebend, zumal die überschlägliche statische Ermittlung für einen Stahlbetonquerschnitt zu unwirtschaftlichen Abmessungen führte, wobei nicht gesagt sein soll, daß bei geringeren Abmessungen eines derartigen Projektes der Stahlbeton beziehungsweise der Spannbeton nicht gleichermaßen wettbewerbsfähig sein können.

Der Fachwerkbogenträger liegt in Abständen von 5,30 m auf Stahlstützen auf. Die Stützen sind in Form von Stockwerksrahmen mit zwei Stützen und zwischenliegenden Riegeln ausgebildet. Die Beanspruchung dieser Rahmenstützen aus vertikalen Dachlasten ist im Verhältnis zu den im Bogen auftretenden Kräften gering. Sie erhalten ihre maximale Beanspruchung aus dem Winddruck, der auf die Seitenwände auftrifft. Für die Rahmenstützen ist St 38 vorgesehen.

Die Gründung der Rahmenstützen ist relativ einfach. Die Baugrundverhältnisse im Bereich des Eisstadions Rostock erlauben für sämtliche Fundamente eine Flachgründung. Die einzelnen Fundamente für die Rahmenstützen sind in den Abmessungen 5 m mal 1,5 m vorgesehen. Die Gründungstiefe beträgt etwa 2 m unter Terrain. Der Hauptteil der Gründungsarbeiten entfällt auf die beiden Widerlager an den Bogenkämpfern. Durch diese Widerlager werden die großen Schubkräfte aus den Bögen sowie deren Einspannmomente aufgenommen. Das Bogenwiderlager wird durch einen massiven Betonklotz mit den Abmessungen 25 m mal 15 m im Grundriß gebildet. Zur Erreichung der Gleitsicherheit in der Bodenfuge erhält die Unterkante des Betonwiderlagers einen Anlauf. Die Gründungstiefe beträgt 4 bis 6 m unter Terrain. Dieser massive Betonkörper bildet außerdem das Gründungselement für den Eingangsbogen und der Schalenkonstruktion der Eingänge.

Die Konstruktion der Tribünen ist von den Rahmenstützen, den darin liegenden Treppen und Deckenfeldern getrennt. Diese klare Trennung zwischen den eigentlichen Haupttragelementen des Seilnetzwerkes und denen der Tribünen schafft außer klaren statischen Verhältnissen einen Vorteil in bezug auf die bautechnische Durchführung des Projektes. Der Innenausbau des Eisstadions kann gegenüber der Montage des Seilnetzwerkes einschließlich seiner beschriebenen Haupttragelemente zu jedem späteren Zeitpunkt erfolgen, wobei der Tribünenbau nicht einmal in einer Etappe zu erfolgen braucht. Die Unterkonstruktion der Tribüne besteht aus mehrfeldrigen Stahlbetonrahmen, auf diesen legen sich dann parallel zur Längsachse die Deckenplatten ab.

Die statische Berechnung für das eigentliche Seilnetzwerk und den hyperbolförmigen Fachwerkbogenträger konnte für das Ausführungsprojekt fast vollständig fertiggestellt werden. Die Aufstellung der statischen Berechnung erfolgte durch ein Kollektiv aus Vertretern der Deutschen Bauakademie Berlin und dem VEB Industrieprojektierung Stralsund. An dieser Stelle sei besonders Dr.-Ing. Eras sowie Dipl.-Ing. Elze für ihre Anleitung und tatkräftige Mitarbeit bei der Durchführung der statischen Berechnungen gedankt.



5
Achsenschnitte — oben: Querschnitt, unten: Längsschnitt



Kongreßhalle Rostock

Studie

Gestaltung: Hans Fröhlich, BDA

Konstruktion: Dipl.-Ing. Otto Werner

VEB Industrieprojektierung Rostock

Raumprogramm und Grundrißlösung

Nur in wenigen Großstädten mit hohen Einwohnerzahlen und verkehrsgünstig gelegenen Einzugsgebieten wird es möglich sein, Großveranstaltungsräume für nur wenige Arten von Veranstaltungen oder gar nur für eine einzige Zweckbestimmung, dafür aber mit allen notwendigen technischen Einrichtungen zu schaffen. In den meisten Fällen wird ein möglichst vielseitig nutzbarer Großveranstaltungsraum erwünscht sein. Unter diesem Gesichtspunkt läßt sich aber nicht für alle Darbietungen ein Höchstmaß an technischer Vollkommenheit erreichen; dieser Kompromiß ist jedoch mit Rücksicht auf die erstrebte laufende Auslastung vertretbar.

Die Variabilität des eigentlichen Hallenraumes wird durch die Anordnung der Zuschauerplätze bestimmt. Eine zweiseitige, gegenüberliegende Tribünenanordnung mit festem Gestühl und Spielfeld in der Mitte garantiert beste Sichtverhältnisse bei Sportveranstaltungen, erschwert aber das Einbeziehen einer Bühne in den Raum, die notwendige Vorhangtrennung der Bühne, Kinovorstellungen und die klare Orientierung des Raumes zur Bühne. Besonders günstige Gruppierungen untereinander ergeben sich, wenn das in der Mitte gelegene Spielfeld durch Vorhänge von der Bühne und vom Rang getrennt werden kann. Die demontierbare Bühne läßt sich durch montagefähige Tribünen mit Gestühl ersetzen, und das Spielfeld kann je nach Aufführungsart im Gefälle oder ebenerdig bestuhlt werden. Außer bei Sport- und Vergnügungsveranstaltungen wird sich die Orientierung des Hallenraumes zur Bühne als bestimmendes Merkmal ergeben. Bei den hohen Zuschauerzahlen ist ein rechteckiger Grundriß kaum erfolgversprechend, weil die anteilige Bühnenfläche maßstabslos würde und eine klare Blickführung für den Zuschauer im Raum nicht zu erreichen ist. Trapez-, parabel- beziehungsweise parabelähnliche Formen dürften die vorteilhaftesten Voraussetzungen für vielseitige Nutzungsmöglichkeiten bieten.

Eine Tageslichtausleuchtung ist wenig vorteilhaft, da die meisten Veranstaltungen in den Abendstunden liegen und besonders für Kinovorstellungen eine kostspielige Verdunkelungseinrichtung angeordnet werden müßte. Riesige Glasflächen würden neben thermisch schlechten Bedingungen auch schwierige akustische Probleme ergeben.

Wenn auch die Anpassungsfähigkeit des Zuschauerraumes von vorrangiger Bedeutung für das Gesamtvorhaben ist, so wird die Betriebsführung in wirtschaftlicher Hinsicht durch die Beziehungen der Nebenräume zur Haupthalle nicht unwesentlich beeinflußt. Die Anordnung aller Stauräume um die Halle in gleicher Ebene ermöglicht kürzesten Wechsel der Einrichtung bei geringstem Aufwand. Die zweckmäßigste Gruppierung der Veranstaltungsräume, der Sportler- und Darstellergarderoben dürfte sich in unmittelbarer Nähe zum Veranstaltungszentrum ergeben. Eine Anordnung der Garderoben in Zwischen- oder Untergeschossen brächte sehr viele Vorteile; jedoch schnellste Abfertigung, kürzeste und kreuzungsärmste Wege werden nur durch eine Lage im Erdgeschoß in unmittelbarer Nähe der Ausgänge möglich sein. Die gastronomische Versorgung wird am besten durch eine möglichst weitgehende Dezentralisierung von Verkaufsständen, Schanktheken und Bewirtschaftungen gelöst. Wenn sie mit unmittelbar angrenzen-

den großen Freiflächen zusammenhängen, werden übermäßige Zusammenballungen von Käufern vermieden, und sie können jederzeit benutzt werden.

Zur vollen Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage sind in größerem Umfange technische Räume für den Hallenbetrieb, für Übertragungen aus der Halle, für Übersetzungen und anderes mehr erforderlich.

Die Entflechtung aller Baugewerke und die Schaffung in sich selbst abgeschlossener Konstruktionsteile bis zur überhaupt möglichen Unabhängigkeit voneinander werden nicht ohne merklichen Einfluß auf die Baukosten bleiben. Diese Überlegungen führten in Anlehnung an die Funktionsbeziehungen zur Gliederung in: Veranstaltungsraum, Geschoßbau und Anbau. Die Größe der Halle läßt sich dadurch auf ein Minimum an Grundfläche beschränken. In den Anbauten können funktionsverwandte Räume bei kleinstem Aufwand rationell zusammengefaßt werden.

Erst die Studie ergab eine klare Vorstellung und Formulierung des Raumprogrammes. Das Gesamtvorhaben bietet folgende Möglichkeiten:

Veranstaltungsraum

Bühnenveranstaltungen (Bühnengröße veränderlich, Zuschauerzahl maximal 3000 beziehungsweise maximal 1800 Plätze)

Kongresse, politische Massenveranstaltungen, Ensemble-Auftritte, Estradenkonzerte, Volkskunstdarbietungen, Varieté-Vorstellungen, Theateraufführungen (begrenzt möglich)

Kino (60-mm-Film mit Rollbildwand, maximal 3000 Zuschauer)

Sport, Spielveranstaltungen (maximal 2700 Plätze)
Hallenhandball, Volleyball, Basketball, Turnen, Fechten, Rollschuh-Kunstlauf, Rollhockey, Radball, Kunstradfahren, Leichtathletik in begrenztem Umfange

Schwerathletik (Spielfeldbestuhlung maximal 3700 Zuschauer)
Boxen, Judo, Ringen

Reiten (maximal 1200 Zuschauer)

Vergnügungsveranstaltungen

Betriebsfeste, Jugendbälle, Tanzveranstaltungen, Pressefeste und anderes mehr

Ausstellungen

Geschoßbau

Verbindung durch Aufzüge — Eingang — Kassen — Garderoben — Foyers — Getränkebüfett — Kioskverkauf — Presse — Dolmetscher — Telex — Radio — Fernsehen — Hallentechnik — Café

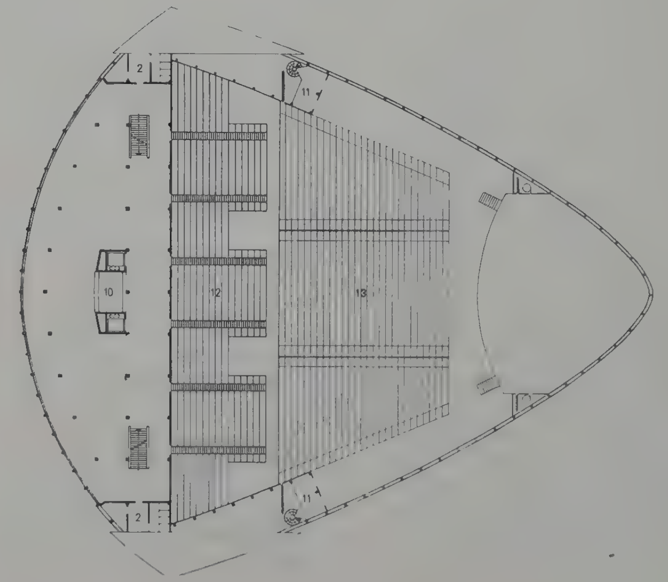
Anbauten

Bierschwemme — Milchbar — Garderoben — Wandelgänge — Ausgang — Erste Hilfe

Stauräume, Umkleiden für Darsteller und Sportler, Hallenverwaltung

1

2



3

1
Längsschnitt (Bühnenveranstaltungen)

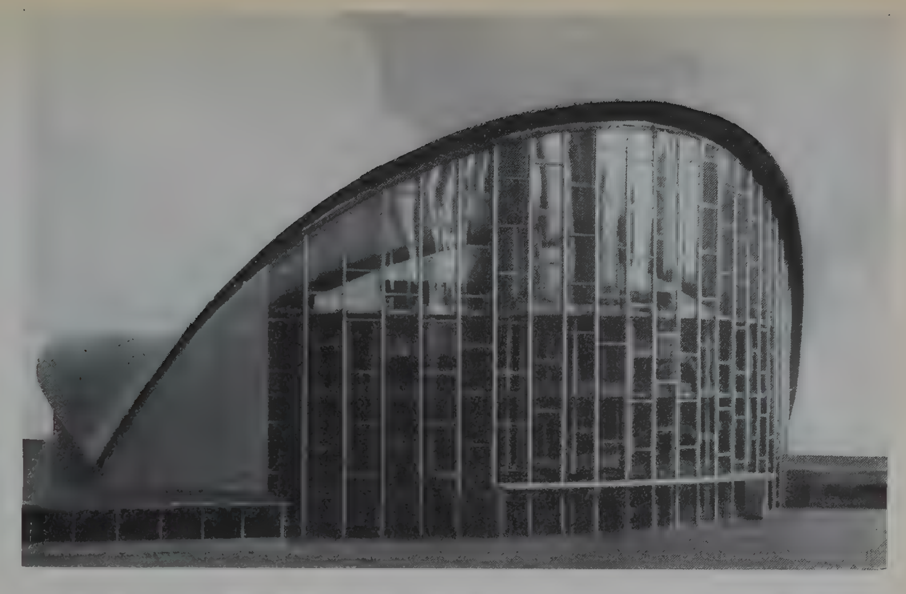
2
Grundriß des Erdgeschosses

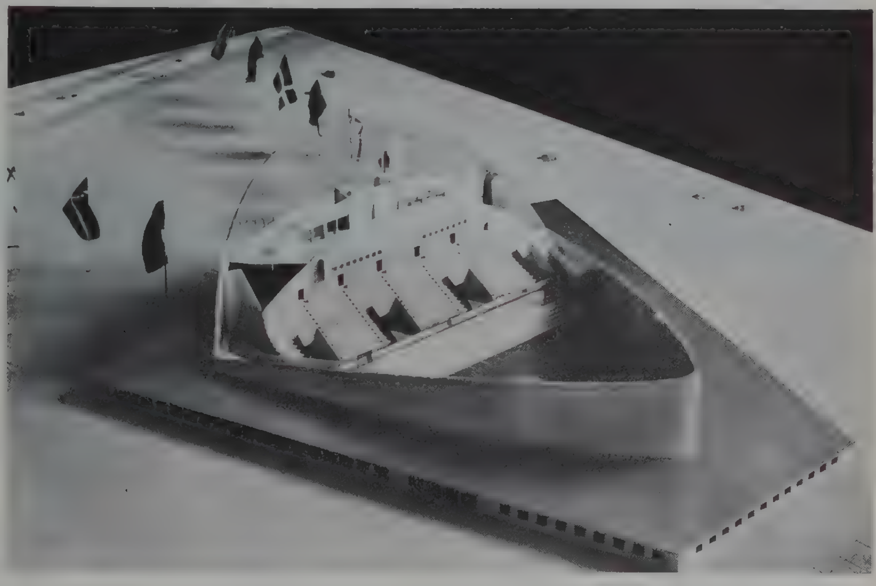
3
Grundriß des Hallengeschosses (Bühnenveranstaltungen)

1 : 1000

Schema der Verwandlung der Halle

Bei maximaler Größe des Feldes faßt die Halle 2100 Zuschauer, bei Basketballfeld und zusätzlicher Tribüne 3200 Zuschauer, bei Boxring mit zusätzlichen Tribünen und Stühlen 1000 Zuschauer, bei Ausnutzung der Trainingshalle als Bühne, mit Stühlen im Parkett, 3700 Zuschauer.





1 Kassen
2 WC
3 Garderobe
4 Milchbar
5 Bierschwemme
6 Lagerraum
7 Stauraum
8 Zu den Nebenräumen — Umkleideraum, Aufenthalts- und Ruheraum, technische Räume, Verwaltungsräume
9 WC, Wasch- und Duschräume
10 Getränke-Büfett
11 Beleuchterbühne
12 Feste Bestuhlung
13 Montierbare Bestuhlung

Konstruktive Lösung der Aufgabe

Die Maße der Halle betragen: Längsachse 91 m, Querachse zwischen den Schnittpunkten der Bögen 80 m.

Das Dach der Halle ist ein Ausschnitt aus einem Rotationsparaboloid, dessen Achse um 17 Grad gegen die Waagerechte geneigt ist. Die Durchmesser betragen: für den Kehlkreis 528 m, für die den vorderen Bogen berührende Kreisebene 530 m und für die den hinteren Bogen berührende Kreisebene 540,65 m. Die Höhe der Bogenschnittpunkte und der Anstellwinkel der Randbögen sind durch die im Zuschauerraum erforderliche Deckenhöhe bedingt. Die Völligkeit der Grundrißkurven ist abhängig von dem Anstellwinkel der Randbögen.

Von der Seite der Halle gesehen hat das Haupttragkabel eine Form zwischen Parabel und Kettenlinie, wobei die Kurve bis zu einem Aufhängepunkt gleicher Höhe verlängert gedacht werden kann. Diese so gewonnene Kurve — idealisiert eine Parabel — ist maßgebend für die Kräfte in den Hauptkabeln. Das Verhältnis Durchhang zur ergänzten Spannweite ist 1 : 8,5, liegt also sehr günstig.

Bei der gewählten Form ergibt sich, daß bei dem vorderen Randbogen senkrechte Zugkräfte auftreten, die entweder durch Zugpfähle oder durch entsprechende Schwergewichtsfundamente aufgenommen werden müssen. Hierbei stellt sich nebenbei ein, daß die sehr schlanken Stützen der Vorderfront nicht auf Knicken beansprucht werden. Bei dem hinteren Randbogen werden die Knickprobleme einen größeren Raum einnehmen. Gegen Ausknicken senkrecht zur Bogenebene ist der hintere Randbogen allerdings durch die Stützen gehalten.

Die von den Schnittpunktfundamenten aufzunehmenden Kräfte liegen in der Größenordnung von 1500 Mp, in gleicher Größe die Kräfte, die von dem Spannband zwischen den beiden Fußpunkten aufgenommen werden müssen. Es ist erwogen, die Formänderungen dieses Spannbandes durch Vorspannen gegen die Stahlbetonkonstruktion des Tribünenbaus gering zu halten.

Da auf jeden Fall eine material- und kostensparende Dachkonstruktion gewählt werden sollte, kam von Anfang an nur ein „echtes“ Seilnetz in Betracht, also keine auf Schalung hergestellte Stahlbetondachfläche. Dieses „echte“ Seilnetz unterliegt jedoch erheblichen senkrechten Formänderungen, die je nach Temperatur und Belastung mehrere Dezimeter betragen können. Die Dachdecke muß diese Formänderungen mitmachen, ohne den Zusammenhang oder die Dichtigkeit zu verlieren.

Das Seilnetz selbst wird größtenteils freiliegen, wobei die Möglichkeit gewahrt bleibt, einzelne Drähte auszuwechseln. Es muß also korrosionsgeschützt sein, zumal ein sehr empfindlicher Federstahl zu verwenden ist.

Als Dacheindeckung ist eine 10 cm starke Wabenplatte vorgesehen. Die Wabenplatte wird nach oben durch eine Alu-Folie abgedeckt und hat Dreieckform. Zwei dieser Platten füllen also ein Seilnetzquadrat, das etwa die Größe von 1150 mm × 1150 mm hat. Die Fugen werden durch eine elastisch bleibende Kautschukmasse vergossen und durch einen U-förmigen Alu-Streifen geschlossen. Die Platten liegen jeweils in drei Punkten auf den Klemmplatten des Seilnetzes auf. Des weiteren ist vorgesehen, nach dem Spannen der Spannseile und Festlegen der Klemmplatten in den Kreuzungspunkten des Seilnetzes einen Überzug aus Plaste oder Kautschuk aufzuspritzen.

Das Seilnetz selbst soll aus Drähten mit 5 mm Durchmesser St. 130/150 bestehen. Diese Drähte werden zu Bündeln zusammengefaßt, die untereinander und mit den querlaufenden Bündeln durch Klemmplatten zusammengehalten werden. Die Bündel, bis zu 25 Drähten stark, werden vor den Randbögen zusammengefaßt und über ein Spannschloß, das eine nachträgliche Regelung des Durchhanges gestattet, an den Flansch der Randbögen angeschlossen.

Die Zwischendecke wird an der Dachdecke aufgehängt, es ist an eine Rabitzdecke oder an Polyester gedacht.

Die Randbögen werden aus vormontierten Stahlkästen zusammengesetzt, wobei der hintere Randbogen auf den Stützen fertigmontiert werden kann, während der vordere Randbogen auf dem Boden fertig montiert, dann als Ganzes hochgekippt und vorläufig abgestützt werden muß.

Die Außenwände des Zuschauerraumes werden aus Fertigteilen montiert; sie bestehen aus Stahl- oder Stahlbetonstützen und dazwischenliegenden Wandelementen aus Leichtbeton.

Die wenigen Zugglieder der Vorderfront, zugleich Sprossen der Verglasung, werden aus Stahlprofilen zusammengesetzt. Gegen den Winddruck stützen sie sich gegen die Stahlbetonkonstruktion des Tribünenhauses ab.

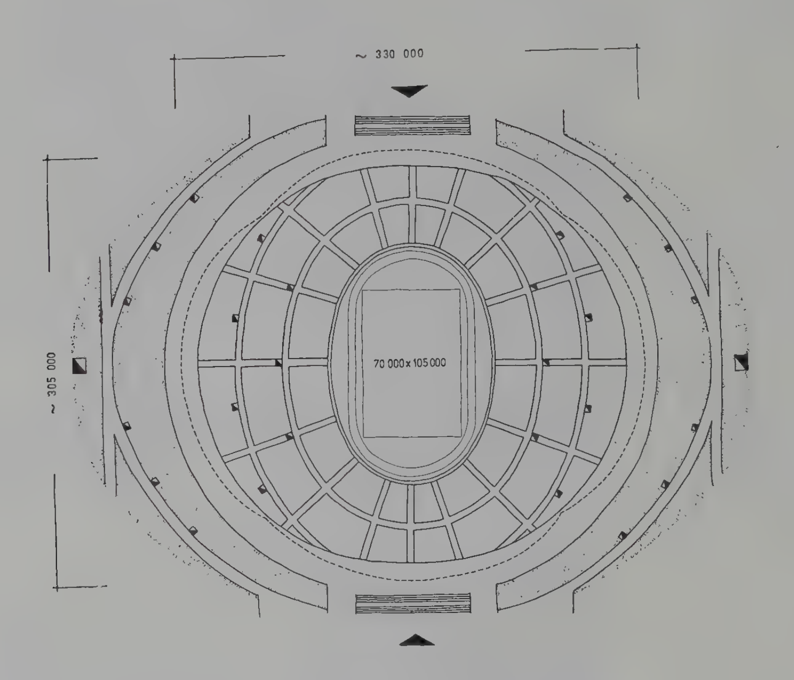
Der Tribünenbau mit dem Treppenhaus soll weitgehend aus vorgefertigten Stahlbetonteilen montiert werden, wobei der gesamte innere Rohbau vor der Montage des Daches beendet sein muß.

Stadionüberdachung in Seilnetzkonstruktion — Ideenentwurf

Dr.-Ing. Erich Selbmann
Dipl.-Ing. Woldemar Tetzlaff
Dipl.-Architekt Wladimir Rubinow

Grundriß: 1:5000

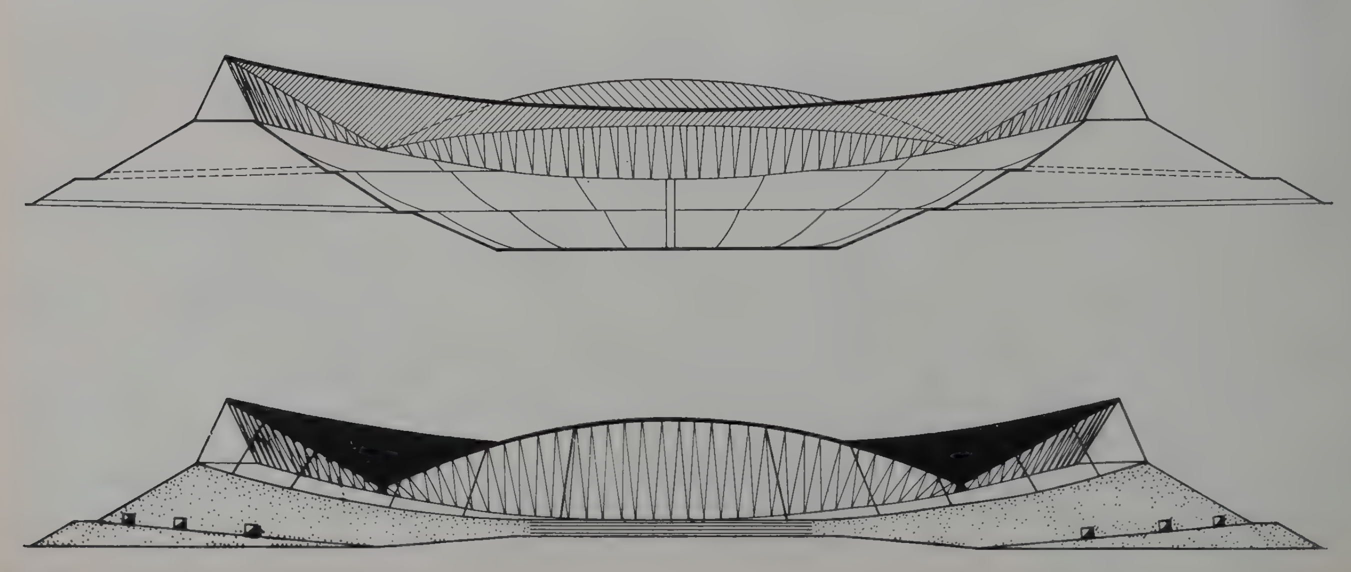
Ansichten und Schnitte: 1:2500



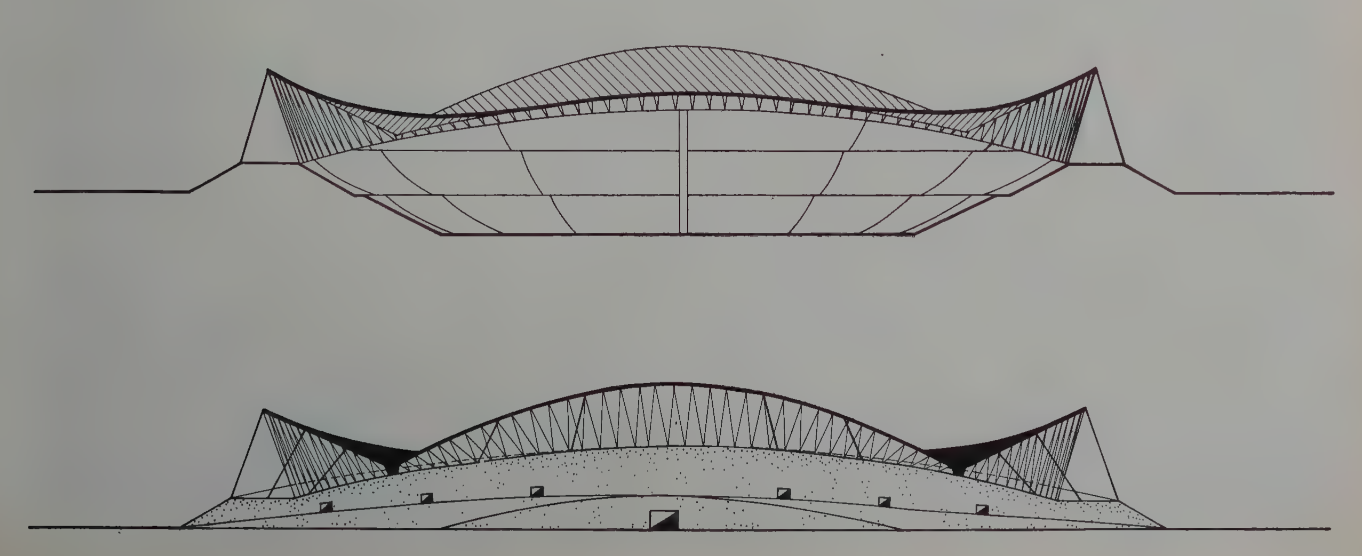
Der hier vorgestellte Ideenentwurf zu einer Stadionüberdachung entstand im Jahre 1960. Er stellt einen neuartigen Versuch dar, das Prinzip der vorgespannten Seilnetzkonstruktion für die Überdachung von Räumen mit größten Spannweiten zu nutzen. Den Verfassern kam es darauf an, die Konzeption für eine Konstruktion auszuarbeiten, die eine solche Überdachung bei geringstem Materialaufwand gestattet. Ins Auge gefaßt wurde ein Stadion mit einem Fassungsvermögen von 150000 Zuschauern.

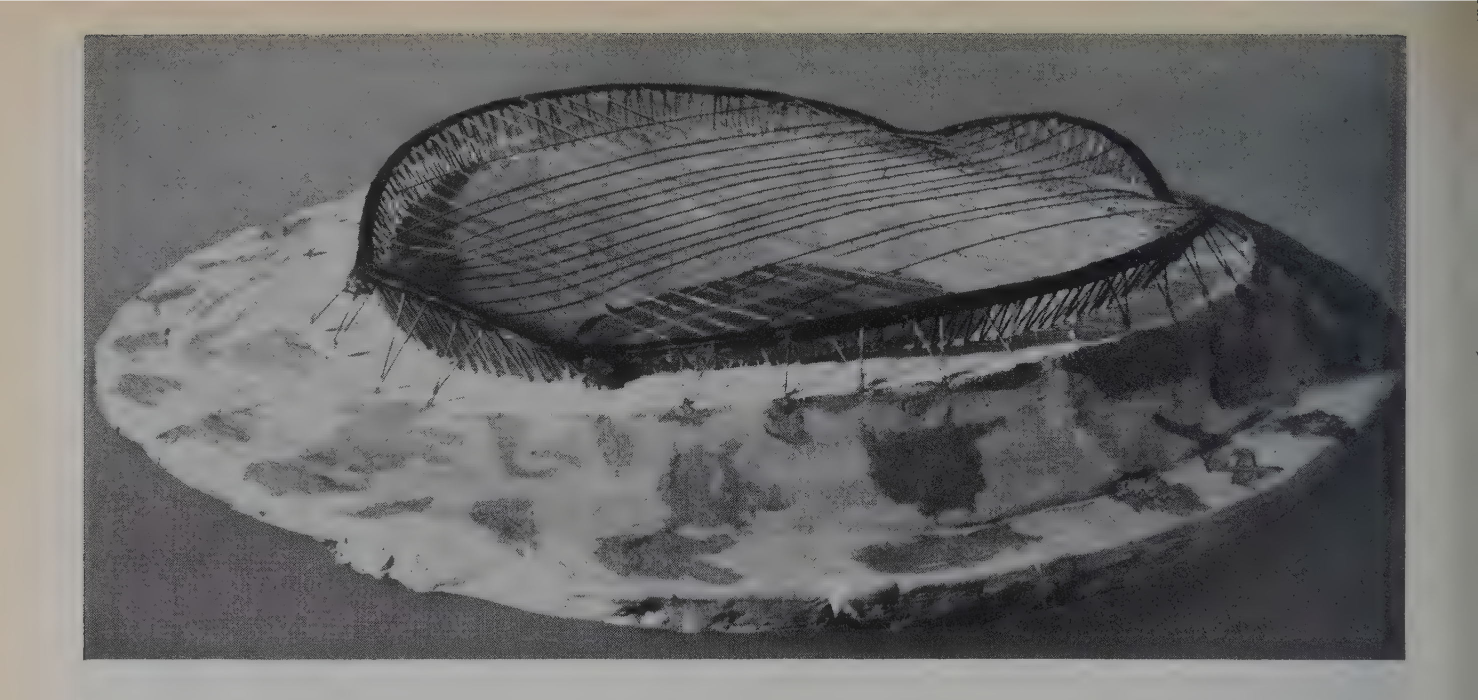
Die Konstruktion weist nicht wie sonst üblich zwei, sondern vier Tiefpunkte und Hochpunkte auf, die sich paarweise diametral gegenüberliegen.

Das eigentliche Stadion wird von Erdwällen gebildet, die zur Aufnahme der Sitzplätze für die Zuschauer bestimmt sind. Im Schnitt gesehen sind diese Erdwälle aus Rücksicht auf die Sichtverhältnisse konkav nach oben geführt. Ihre höchsten Punkte liegen an den Längsseiten des Spielfeldes, wo die größten Zuschauermengen unterzubringen sind. Diese Gestalt der Erdwälle entspricht aber auch der Dachkonstruktion mit ihren vier Hoch- und ihren vier Tiefpunkten. Die Wälle sind in erforderlicher Anzahl von Eingangstunneln durchbrochen. Ein- und Ausgänge sind auch von oben her, vom Umgang auf der Krone des ringförmigen



Erdwalles vorgesehen. Zur Gewinnung der Erdmassen für die Wälle ist das Spielfeld entsprechend unter Terrainhöhe angeordnet.
Die tragende Dachkonstruktion ist ein auf Zug beanspruchtes vorgespanntes Seilnetz, das an den Randgliedern verankert ist. Die Randglieder übertragen ihre Beanspruchung nicht wie üblich auf die Tiefpunkte, sie ruhen auf einer fachwerkartigen Stützenreihe und sind zusätzlich nach außen abgespannt. Dadurch ist es möglich, ihre Beanspruchung direkt in die Erdwälle abzuleiten. Die Randglieder können daher in einzelne, voneinander unabhängige Abschnitte eingeteilt und unter Umständen vorgefertigt werden. Auf diese Weise können sie konstruktiv sehr leicht gehalten und mit einem Minimum an Material hergestellt werden.
Die fachwerkartig aufgelöste Außenwand des Stadions bietet gute Belüftungsmöglichkeiten. Zum Schutz gegen nachteilige Wettereinflüsse können jalousieartige Abschirmungen angeordnet beziehungsweise in Funktion gesetzt werden.
Die Kabel oder Seile des Netzes haben je nach ihrer Lage verschiedene Funktionen. Sie sind entweder Nur-Tragseile, Nur-Spannseile oder Trag-Spannseile. Die Nur-Spannseile sollen durch geeignete Federvorrichtungen oder Gewichte, die in den Tiefpunkten angeordnet sind, in

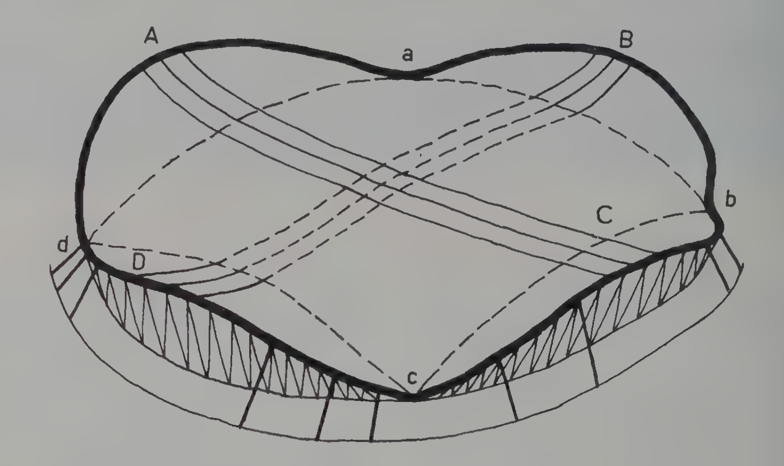




Hauptmerkmale der Konstruktion des Seildaches

Das Seildach ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

1. Der in Form eines Fachwerkes aufgelöste und abgespannte Randbalken hat 4 Tiefpunkte (a, b, c, d) und 4 Hochpunkte (A, B, C, D).
2. Die Seilkonstruktion besteht aus 3 Seilgruppen:
   ——————— nur tragende Seile,
   — — — — — — tragend-spannende Seile,
   – – – – – – – nur spannende Seile.
3. Die Hauptgruppe der spannenden Seile erhält durch Spannfedern oder Spanngewichte konstante Beanspruchung auch bei negativer Belastung.
4. Die durch Böen zum Flattern veranlaßten Dachseile, die ärodynamisch zu bestimmen sind, können mit Hilfe elastischer Träger, die diagonal im Netz liegen, ausgesteift werden.



dauernd gleichbleibender Spannung gehalten werden, um das Flattern des Daches in erträglichen Grenzen zu halten. Zur weiteren Versteifung des Daches, dessen Starrheit ja bereits durch die Vorspannung erzielt wird, sollen in oder an der Dachhaut an den am meisten vom Flattern bedrohten Stellen auf Biegung arbeitende Versteifungselemente angeordnet werden.

Es ist bekannt, daß die größte Gefahr für eine solche Konstruktion im Auftreten von Windböen und plötzlicher Sogwirkung durch Wirbelbildung hinter den Außenkanten liegt. Zur Verminderung dieser Gefahr ist vorgesehen, an den gefährdetsten Stellen, die durch Windkanalversuche ermittelt wurden, jalousieartig ausgestaltete Leiteinrichtungen für angreifende Windböen anzuordnen, welche die Luft gleichmäßig über das Dach streichen lassen und dadurch die gefährlichen punkthaften Sogwirkungen vermindern. Diese Leiteinrichtungen können für Aufschriften oder Reklamezwecke benutzt werden. Als Deckungsmaterial ist an glasfaserbewehrte Polyesterbahnen gedacht, die durch Kleben miteinander verbunden werden. Die Dachhaut soll doppelt ausgebildet werden. Zwischen den beiden, in Abstand voneinander gehaltenen Lagen sind elektrische Heizeinrichtungen vorgesehen, die im Bedarfsfall das Dach in mäßigen Grenzen erwärmen und damit Kondenswasserbildung und das Festsetzen von Schnee verhindern.

Die Entwässerung des Daches geschieht durch geeignete Leitungen in den Tiefpunkten, zu denen von allen Teilen des Daches aus Gefälle vorhanden ist.

Es besteht die Möglichkeit, das Dach über dem Spielfeld zu öffnen. Zu diesem Zweck sind an der mittleren Dachhaut Zugseile anzubringen, die mit Hilfe von synchron arbeitenden Servomotoren von der Seite aus in Tätigkeit gesetzt werden. Die bei diesem Vorgang auftretenden elastischen Verformungen des Daches können von dem gewählten Werkstoff aufgenommen werden.

Durch eine solche Mittelöffnung kann erreicht werden, daß die Zuschauer immer im Trockenen und im Schatten sitzen (durch geeignete Farbzusätze können die Polyesterbahnen von 80 Prozent Lichtdurchlässigkeit bis zu praktischer Lichtundurchlässigkeit hergestellt werden), während das Spielfeld je nach Wunsch wettergeschützt oder dem Einfluß des Wetters ausgesetzt werden kann.

Die Möglichkeit, das Spielfeld durch geeignete Lichtquellen direkt von oben auszuleuchten, ergibt sich aus der Tatsache der Überdachung an sich und ist kein eigentliches Kennzeichen dieser besonderen Überdachung.

Die Konstruktion und die Berechnung des Daches erfolgten nicht in der Absicht, eine mathematisch zu bewältigende Fläche zu erzielen. Maßgebend war vielmehr der Endzustand der Beanspruchung. Die davon ausgehende Berechnung ergab einen außerordentlich niedrigen Materialverbrauch.

Die Erwartung erscheint gerechtfertigt, daß eine solche Überdachung, würde sie einmal gebaut, sich in der Praxis als sehr erfolgreich erweisen wird.

Über die Seilnetzbauweise

Professor Hermann Henselmann
Ordentliches Mitglied der Deutschen Bauakademie

Die Redaktion hat mich aufgefordert, einige Worte zu jenen Versuchen in der Anwendung der Seilnetzbauweise zu sagen, die in der von mir geleiteten Werkstatt entstanden sind. Ich möchte mich nicht — so reizvoll es auch wäre — zu den speziellen Fachfragen äußern, sondern zu den Aspekten, unter welche die Anwendung solcher Bauweisen in einem sozialistischen Lande gestellt sind.

Diese Aspekte schaffen für den Architekten und Ingenieur ihre speziellen, materiellen und geistigen Bedingungen. Sie bestehen vor allem darin, daß seine Arbeit Teil eines großen einheitlichen Entwicklungsprozesses ist, der bewußt und planmäßig von allen Werktätigen vollzogen wird. Damit erhält die Tätigkeit des Architekten und Ingenieurs auf der einen Seite einen großen Wirkungsradius, auf der anderen Seite ist sie damit aber auch ungleich viel komplizierter. Diese Komplikationen bestehen weniger in fachlich-technischer als in geistiger und auch moralischer Hinsicht. Das Projekt eines Architekten oder Ingenieurs im Sozialismus ist Teil des Wirtschaftsplanes, gibt über die Verwendung der bereitgestellten Mittel und Materialien Auskunft und verpflichtet den Verfasser, im Blick auf die Anstrengungen der gesamten Gesellschaft, von der gegebenen materiell-technischen Basis auszugehen. Es ist seltener ein unikales Projekt. Der häufigere, der allgemeinere Fall ist das Wiederverwendungs- oder gar Typenprojekt. Diese erweiterte Quantität der Anwendung schafft einen qualitativen Umschlag in den schöpferischen Methoden des Architekten und Ingenieurs. Der Widerspruch zwischen dem individuellen schöpferischen Einfall und der notwendigen Disziplin bei der Anwendung der verfügbaren Mittel schafft nicht selten in der Brust des einzelnen Architekten und Ingenieurs Konflikte, deren Überwindung nicht einfach ist. Die Fähigkeit, diesen Konflikt nicht zu einer Kapitulation werden zu lassen, sondern ihn durch einen besonderen Aufschwung an schöpferischer Energie zu überwinden, hängt von der Reife der gesamten Persönlichkeit ab. Zu dieser Reife gehört auch und vor allem die Einsicht in die wirkenden Gesetze des geschichtlichen Entwicklungsprozesses einer Nation, den unsere Bauten aktiv begleiten.

Das ist ganz besonders in Deutschland notwendig nach zwei solchen verheerenden Kriegen, die so viele unserer Bauten zerstörten.

Die Gefahr, in der sich jedoch wir Architekten und Ingenieure in der Deutschen Demokratischen Republik befinden, besteht darin, daß gerade die Befähigsten — eben diejenigen, die am aktivsten und energischsten die volkswirtschaftlichen Aufbaupläne erfüllen — völlig auf diese Optik konzentriert sind und die weitere Entwicklung nicht im Auge haben.

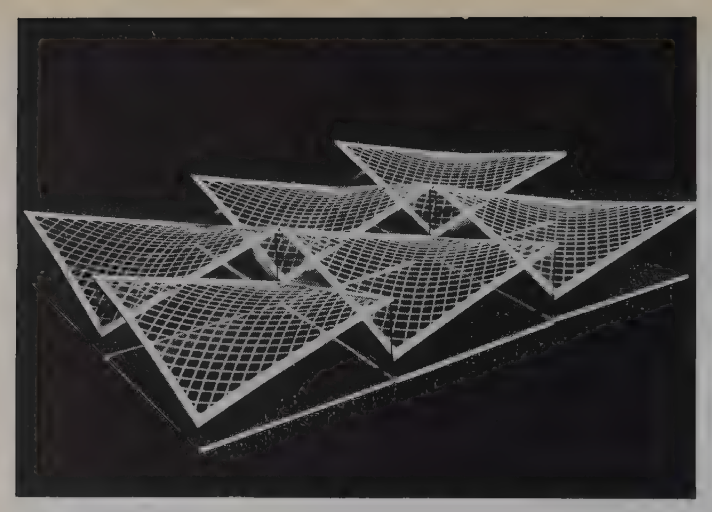
Wenn wir diese Gefahr nicht rechtzeitig erkennen, geraten wir in eine Situation, in der uns weitere technische und künstlerische Möglichkeiten dann aus zweiter Hand vermittelt werden. Diese Gefahr wird erkannt. Der Minister für Bauwesen, Genosse Ernst Scholz, gab uns deshalb den Auftrag, die Seilnetzbauweise zu untersuchen, um ihre Anwendung gegebenenfalls im großen Stil durch vorgefertigte Einzelelemente möglich zu machen. Erste Ergebnisse liegen vor, und Experimentalbauten der nächsten Zeit werden über ihre Anwendung Auskunft zu geben haben.

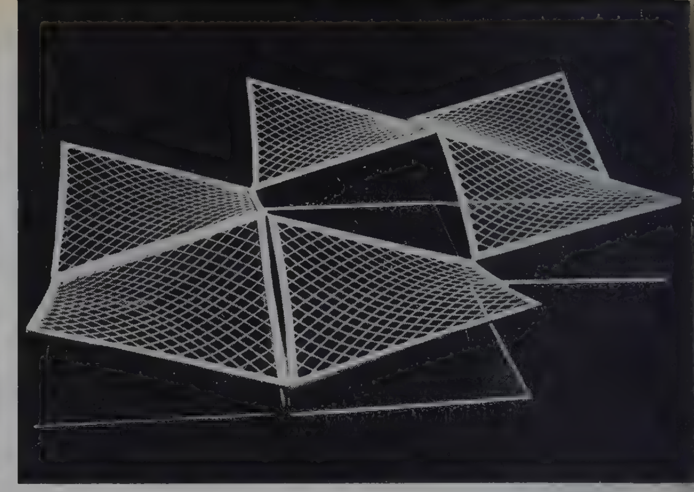
Es spricht jedoch noch ein anderer Grund für die Anwendung der Bauweise. Die planmäßige Anwendung standardisierter Bauelemente, die ungeheuren Quantitäten von getypten Wohnungen, Büro- und Industriegebäuden werden den Charakter und das Antlitz unserer Städte in der Zukunft wesentlich beeinflussen. So qualitativ neu diese Gebäude auch sein mögen, sie werden der Gefahr einer gewissen Monotonie nicht ohne weiteres ausweichen können. Betrachtet man die verschiedenen Siedlungsformen in der Geschichte unseres Volkes, so treffen wir auch in der Vergangenheit auf straff organisierte Städte und Dörfer, die sich aus wenigen Gebäudetypen aufbauen. Die Kerne dieser Städte und Dörfer weichen jedoch von dieser Strenge des Aufbaues wesentlich ab. Ich entsinne mich, daß ich als Junge mich bei meinen Streifzügen an der Gestalt der verschiedenen Kirchtürme der Dörfer orientierte, in welcher Gegend ich mich befand und welches Dorf ich vor mir hatte, das heißt, daß die spezielle Plastizität der Bauten in den Siedlungskernen den Städten und Dörfern ihr unverwechselbares individuelles Antlitz gab.

Auch die sozialistische Gesellschaft wird sich in Klubhäusern und allen möglichen, der kulturellen Lebenstätigkeit gewidmeten Gebäuden auf ihre Weise repräsentieren. So arbeitet man in der Sowjetunion gegenwärtig an sogenannten „Häusern der Zukunft", die für einen größeren Siedlungsbereich den zentralen Versammlungsort abgeben sollen. Das werden naturgemäß Gebäude sein, in denen größere Ansammlungen von Menschen stattfinden. Gebäude also, deren Räume große Spannweiten erfordern.

Natürlich werden für diese Einrichtungen solche Bauweisen ihre Anwendung finden, die sich ihrem Wesen nach dafür eignen, ich meine auch ihrem künstlerischen Wesen nach. Das ist unter anderem die Seilnetzbauweise. Sie schafft ein solches heiteres Spiel zwischen angreifender Kraft und ihrer Überwindung, das man glauben könnte, Wind und Last tanzen auf der Spitze eines Floretts. Kein geringerer als Schinkel hat einmal den schönen Gedanken geäußert, daß in dem Maße, wie es dem Baukünstler gelingt, sich von den Notwendigkeiten „freizumachen" bei der Überwindung der lastenden Kräfte, in der Brust des Beschauers das Gefühl der eigenen Freiheit entsteht.

Dieser geistige Triumph des Menschen über die Natur — der gleiche, der Raumschiffe in das Weltall schickt — ist als Idee ganz und gar Bestandteil unserer sozialistischen Welt. Deshalb weisen uns auch diese geistvollen neuen Baumethoden den Weg zu einer kommenden sozialistischen Baukunst.





Typisierbare Strukturelemente für Seilnetzüberdachungen

Entwurf: Professor Hermann Henselmann
in Zusammenarbeit mit
Professor René Sarger

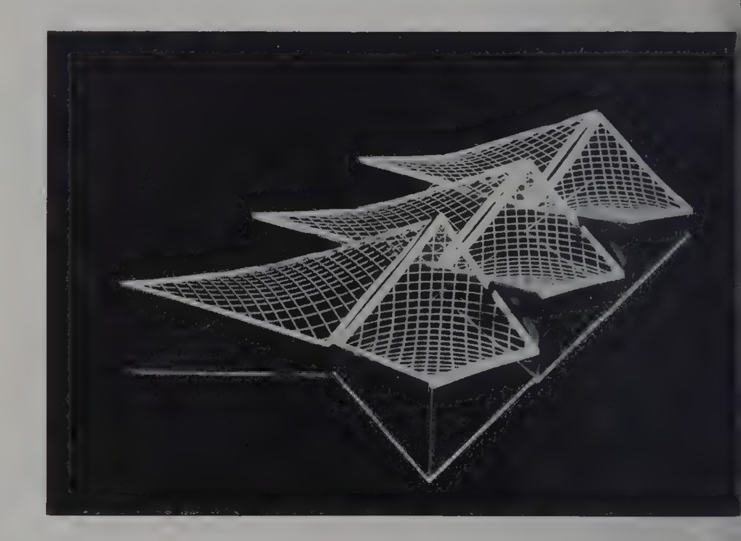
Die Seilnetzbauweise ermöglicht die wirtschaftliche Überdeckung großer Flächen. Dieser Effekt kann erhöht werden, wenn gleiche Dächer möglichst oft Verwendung finden. Zu diesem Zweck werden typisierbare Strukturelemente für Seilnetzüberdachungen vorgeschlagen.

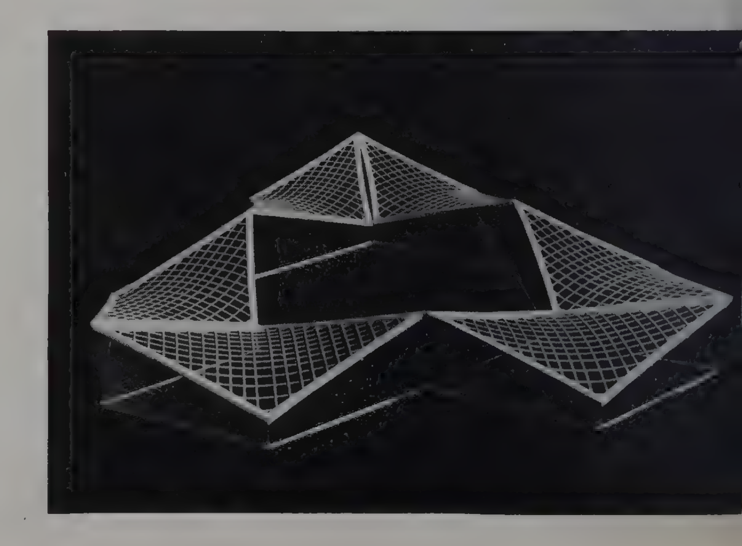
Diese Elemente sind für gesellschaftliche Einrichtungen, Markthallen und kleine Verkaufseinrichtungen, Cafés und Restaurants sowie zur Überdeckung von Lagerflächen und ähnlichem geeignet.

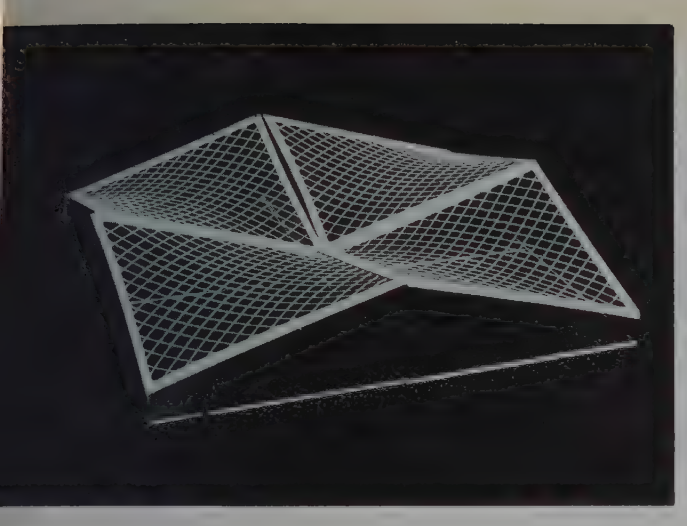
Zwischen vorgefertigten geraden Randträgern erstreckt sich über einem rhombenförmigen oder quadratischen Grundriß ein vorgespanntes Seilnetz in der Form eines hyperbolischen Paraboloids mit zwei Tiefpunkten und zwei Hochpunkten. Die durch die Konstruktion bedingten doppeltgekrümmten Flächen der Dächer sowie die Art der Zusammensetzung dieser Strukturelemente ergeben neue Möglichkeiten des architektonischen Ausdruckes für den Bau der genannten gesellschaftlichen Einrichtungen.

Die vorgeschlagene Seilnetzkonstruktion ermöglicht eine konsequente Montage und garantiert durch die Einsparung jeglicher Schalungsarbeiten eine wesentlich größere Wirtschaftlichkeit als die Verwendung von Betonschalen.

Das Forschungsinstitut für Textil-Technologie in Karl-Marx-Stadt arbeitet an der Entwicklung geeigneter Materialien für die Dachdeckung. Gegenwärtig steht ein PVC-beschichtetes Polyamidgewebe zur Verfügung, dessen Oberfläche gegen Ultraviolett-Bestrahlung mit Aluminiumbronze eingefärbt ist. Durchscheinende Gewebe können aus ultraviolett-beständiger Polyesterseide hergestellt werden. Mehrschichtige Abdeckungen mit einem wärmedämmenden Vlies als Zwischenlage sind möglich.



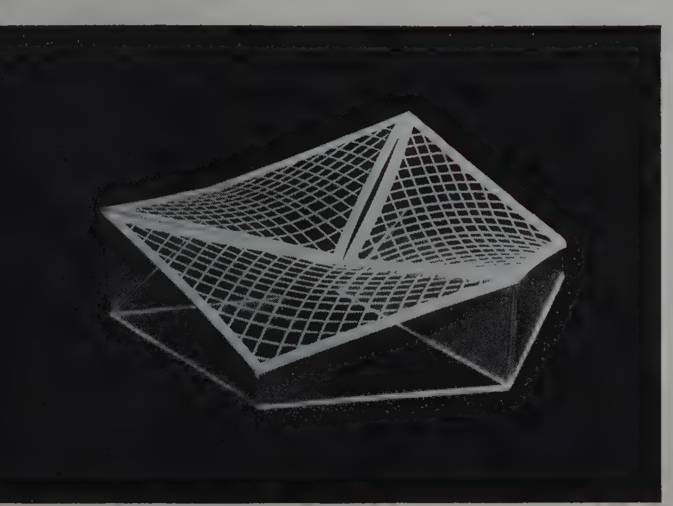


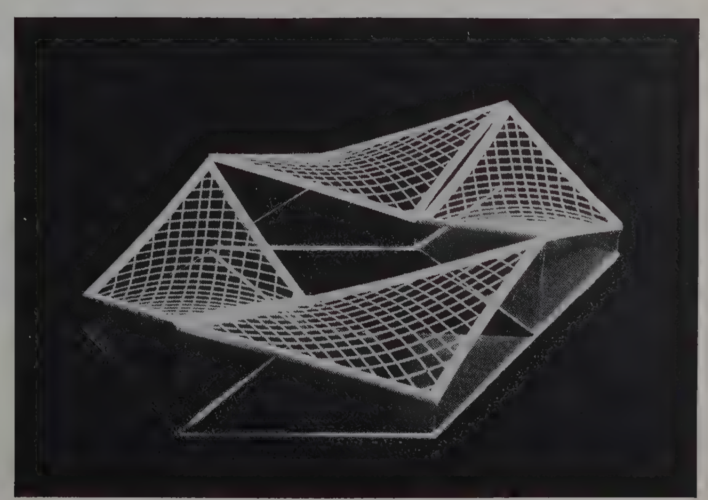








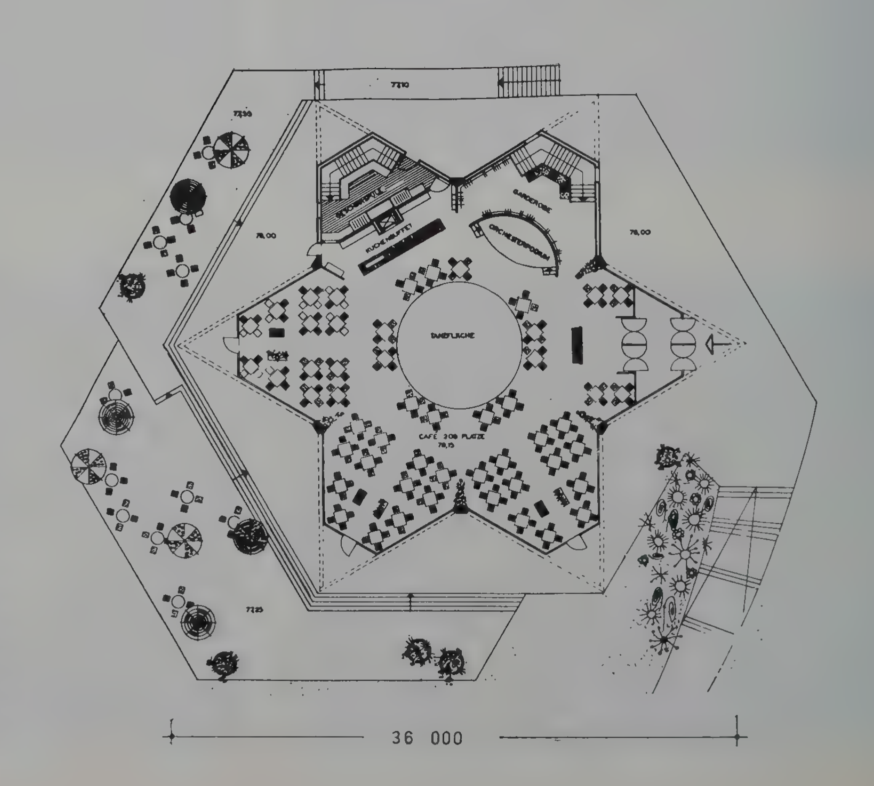




Tanzcafé in Sternform

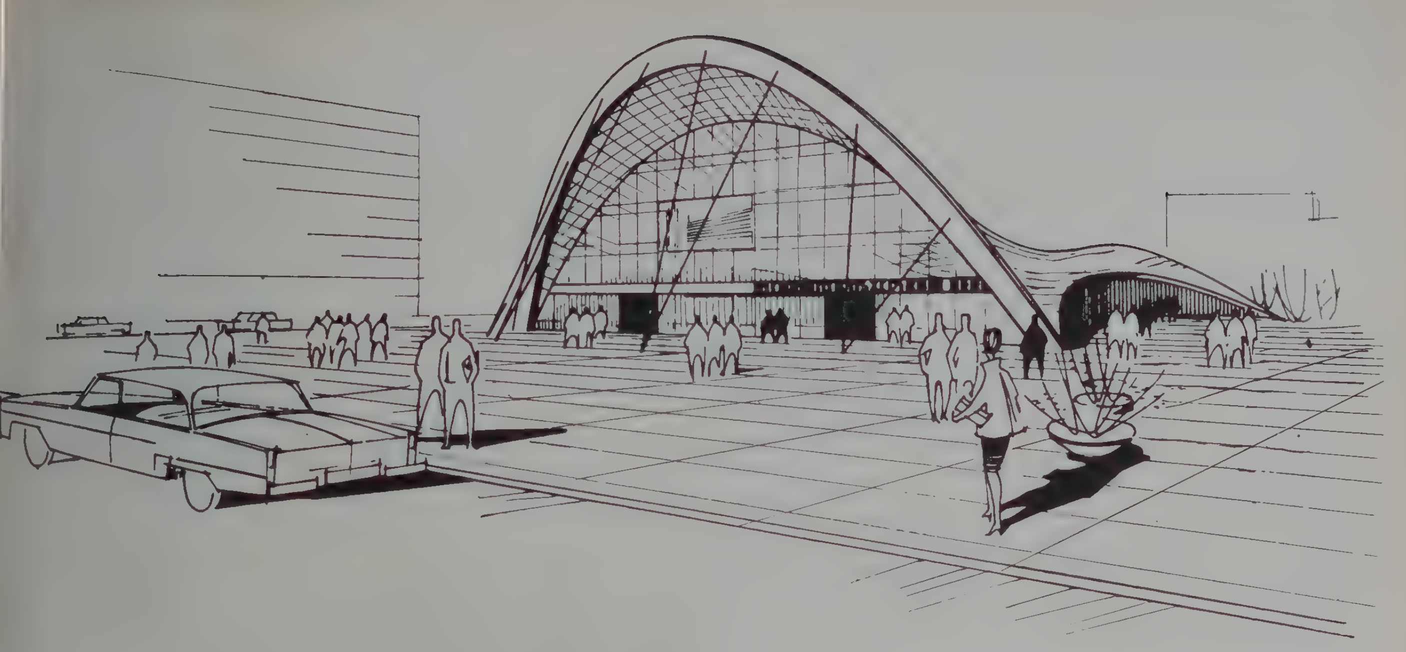
Entwurf: Dipl.-Arch. Jörg Streitparth
Dipl.-Arch. Siegfried Wagner
Kollektiv Professor Henselmann

Das geplante Tanzcafé auf dem Bunkerberg im Berliner Friedrichshain stellt ein Anwendungsbeispiel für die im Kollektiv Professor Henselmann entwickelten typisierbaren Strukturelemente für Seilnetzüberdachungen dar. Sechs rhombenförmige Elemente, deren größere Diagonale 18 m mißt, sind zu einem sternförmigen Gebilde zusammengesetzt und überspannen auf diese Weise einen großen stützenfreien Raum. Die Elemente sind an den Tiefpunkten auf den Pfeilern gelenkig gelagert und stützen sich gegenseitig ab. Die verglasten Außenwände geben — mitten in Berlin — nach allen Seiten den Blick auf die Stadt frei.



Ausstellungspavillon

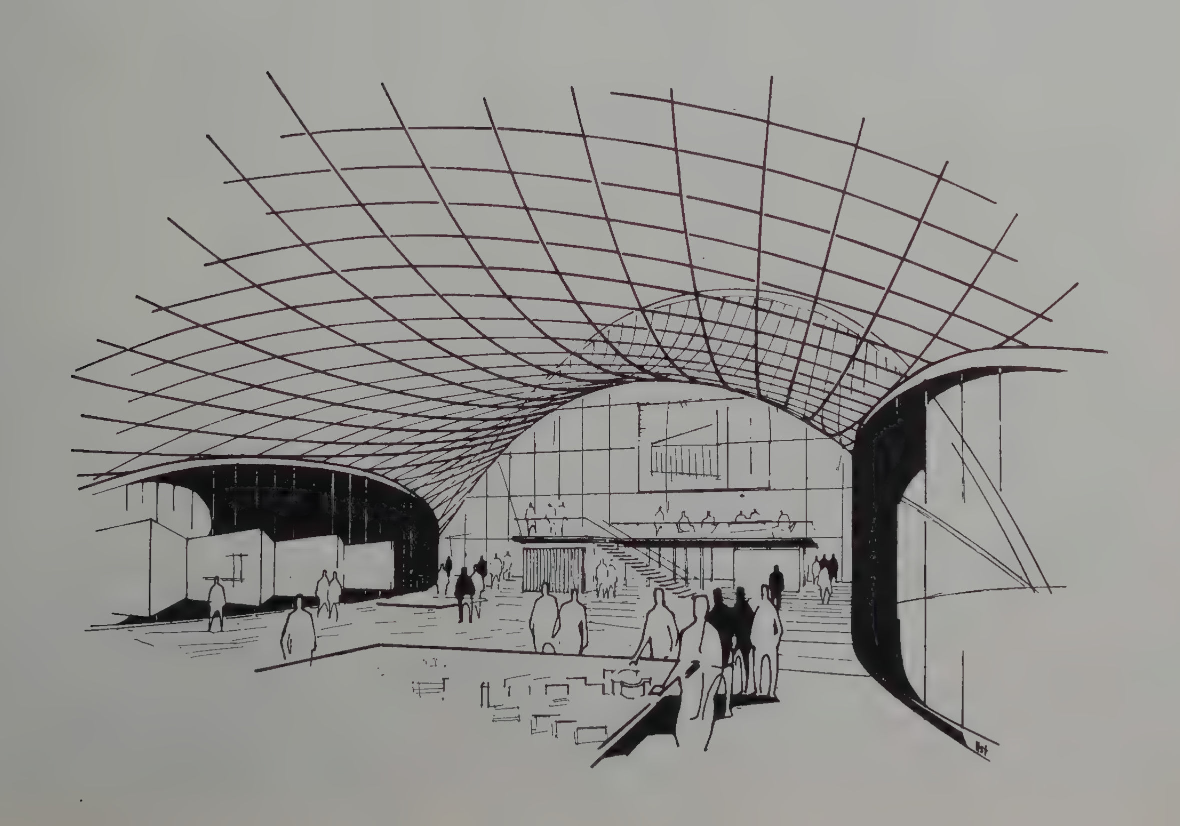
Entwurf: Professor Hermann Henselmann



Für einen Ausstellungspavillon, 37 m lang und 36 m breit, ist eine reusenförmige Seilnetzkonstruktion vorgesehen. Das Stahlseilnetz — mit Seilen von 6 mm Durchmesser — wird von einem 15 m hohen Stahlbogen gestützt und überspannt als hyperbolisches Paraboloid zwischen drei Randseilen rund 600 m².

Als Dachhaut wird PVC-beschichtetes Polyamidgewebe aufgelegt, entwickelt vom Forschungsinstitut für Textil-Technologie Karl-Marx-Stadt.

Von der freistehenden leichten Plattform im Inneren des Pavillons sollen Dia-Positive auf eine Bildfläche in der verglasten Eingangsfassade projiziert werden.



Die Seilnetzform als Ausdruck des Kräftespiels

Dr.-Ing. Gunter Eras

Deutsche Bauakademie,
Arbeitsgruppe Ingenieur-theoretische Grundlagen

Das Seilnetzwerk ist aus dem Stadium der ersten Kinderkrankheiten in das einer zielbewußten Entwicklung getreten. Keiner erwartet mehr von ihm, daß es wie ein Wunderkind alles bisher Dagewesene in den Schatten stellt — eine seinen Anlagen und Vorzügen gerechte Anwendung reicht aus, ihm künftig Erfolg zu sichern. Das Grundelement, das seit Jahrhunderten bewährte einfache Seil, gehorcht einem so vorteilhaften Tragprinzip, daß auch größte Spannweiten noch wirtschaftlich überbrückt werden können. Die Forderung nach Stützenfreiheit, für Zuschauerräume bereits eine Selbstverständlichkeit, gewinnt auch für Produktionshallen, Ausstellungsflächen und andere Bestimmungen ständig an Bedeutung. Den Architekten werden nicht nur die formbedingten Eigenarten dieser Sattelflächen reizen, sondern zugleich deren zweckdienliche Einbeziehung in die Grundriß- und Raumgestaltung.

Über Vorteile und Perspektiven der Seilnetzwerke ist schon so viel geschrieben und diskutiert worden, daß jetzt die Frage „ob oder ob nicht" durch die einfache Frage „wie" ersetzt werden müßte. Daß sich die Zahl der ausgeführten Projekte noch bei weitem nicht an der Zahl der Studienentwürfe und Ideenprojekte messen kann, liegt an der Fülle neuartiger Probleme, die zusammen vom Architekten und Ingenieur, vom Technologen und nicht zuletzt vom Bauausführenden zu bewältigen sind. Kein Wunder, wenn diese komplexe Entwicklung länger dauert als die eines Teilbereiches, zum Beispiel einer neuen Typenwohnung, einer Spannbetondecke, einer verbesserten Montagetechnologie, einer neuartigen Dachhaut.

Der Architekt, der mit Seilnetzwerken etwas Neues schaffen will, nicht um der Originalität, sondern um des Besseren willen, wird auf Schritt und Tritt auf die Frage „Geht das auch?" stoßcn. Um sich vom Hantieren mit bloßen Formen frei zu machen, muß er seine Grundideen wie seine ersten Entwurfsskizzen schon so entwickeln, daß sich ein konstruktives Skelett abzeichnet. Bei herkömmlichen Bauweisen mag dies nur selten zu Schwierigkeiten führen: Stützen, Unterzüge, Wände, Decken, eventuell ein Rahmensystem oder gar eine Dachschale — aber meist Elemente, die nur im Nacheinander baukastenmäßig erfaßt zu werden brauchen. Ungleich anspruchsvoller das Seilnetz: Eine gegenseitige Beeinflussung der Bauelemente ist unvermeidbar, ja im Gegenteil sogar erforderlich und erwünscht. Hängt das Netz am Randträger, oder hängt der schräggestellte Bogen am Netz? Das tote Gewicht einer Tribüne ist dem Statiker plötzlich genehm, erhält eine aktive Rolle zum Vorspannen des Netzes. Da sind Stützwände, die unter Schneelast Zugkräfte erhalten und unter Windsog ausknicken wollen!

Der Entwerfende, der mit den Tragprinzipien eines Steilnetzwerkes nur mangelhaft vertraut ist, wird sie als Zwang empfinden, wird immer wieder vor dem „So-geht-es-nicht" des Ingenieurs stehen und nur noch durch Zufall widersinnigen Formalismus vermeiden können. Um den Kontakt zwischen den Gedankengängen des Architekten und des Ingenieurs zu schließen und dadurch die Entwicklung der Seilnetz-Bauweise wirksam unterstützen zu helfen, soll im folgenden das Wesentliche im Tragverhalten eines Seilnetzwerkes dargestellt werden. Wenn dabei einige Grundformeln oder Kraftecke erscheinen, mögen diese nicht Rechenanleitung sein, sondern Darstellung eines wichtigen Zusammenhanges in Kurzschrift.

Das Tragprinzip des Seilnetzes

Wir müssen uns zunächst das einfache Seil ansehen, das unter verschieden verteilten Belastungen verschiedene „Seilkurven" einnimmt (Abb. 1a). Die Spannweite l und Seillänge L seien für alle Lastfälle dieselben. Unter einer konstanten Last, zum Beispiel dem Eigengewicht des Daches, soll der Seildurchhang im Viertelpunkt gleich f_1 sein, in Seilmitte gleich f_m. Der Horizontalzug H beträgt dann etwa

$$H = \frac{g\, l^2}{8\, f_m}$$

und die maximale Seilkraft S am Widerlager

$$S = \frac{H}{\cos \alpha}.$$

Die Faustformel für H soll zeigen, wie stark sich jede unnötige Vergrößerung der Stützweite und ein zu geringer Durchhang f_m auf die Seilkräfte und damit auf den Materialverbrauch auswirken. Eine Vergrößerung der Stützweite und ein Senken des Durchhanges um je 25 Prozent führen bereits zur Verdoppelung der Seilkraft!

Wir wollen annehmen, daß zu einem geringen Eigengewicht, zum Beispiel $g = 15$ kp/m, eine einseitig verwehte Schneelast mit dem Mittelwert $p_s = 75$ kp/m hinzukommt (Abb. 1b). Unter diesem Belastungszustand bewegt sich das Seil im Viertelpunkt um $0{,}16 \cdot f_1$; bei einem Eigengewichtsdurchhang f_1 von 5 m hieße

das um 80 cm! Das dürfte weder der Dachhaut dienlich, noch dem Betrachter angenehm sein.

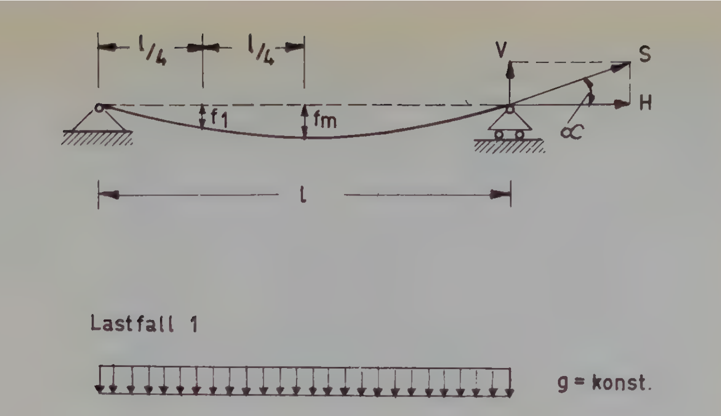
Natürlich könnten diese Verschiebungen heruntergedrückt werden, wenn der Eigengewichtsanteil entsprechend vergrößert wird (Abb. 1c). Durch eine Betonplatte als Dachhaut könnte beispielsweise der Lastanteil g auf g = 150 kp/m gesteigert und dadurch die Verschiebung im Viertelpunkt unter asymmetrischer Schneelast auf 0,06 f_1, also auf 30 cm bei f_1 = 5 m eingeschränkt werden. Dem Ziel, leichter, billiger und schneller zu bauen, dürfte jedoch dieses „Mästen" des Daches kaum entgegenführen.

Die Betrachtungen am einzelnen Seil sollten zunächst zeigen, wie stark seine geometrische Lage vom jeweiligen Lastzustand abhängt. Die Verschiebungen, die jede Laständerung hervorruft, stellen den großen Nachteil des Seiles dar, begründen andererseits seine große Anpassungsfähigkeit und damit sein günstiges Tragverhalten.

Der rationellste Weg, die wechselhaften Verschiebungen eines Seiles oder einer ganzen Seilschar auf ein brauchbares Maß einzuschränken, führt über die Anordnung einer zweiten Seilschar zum Vorspannen des so entstandenen Netzes. Betrachten wir zunächst den lastfreien Vorspannungszustand (Abb. 2):

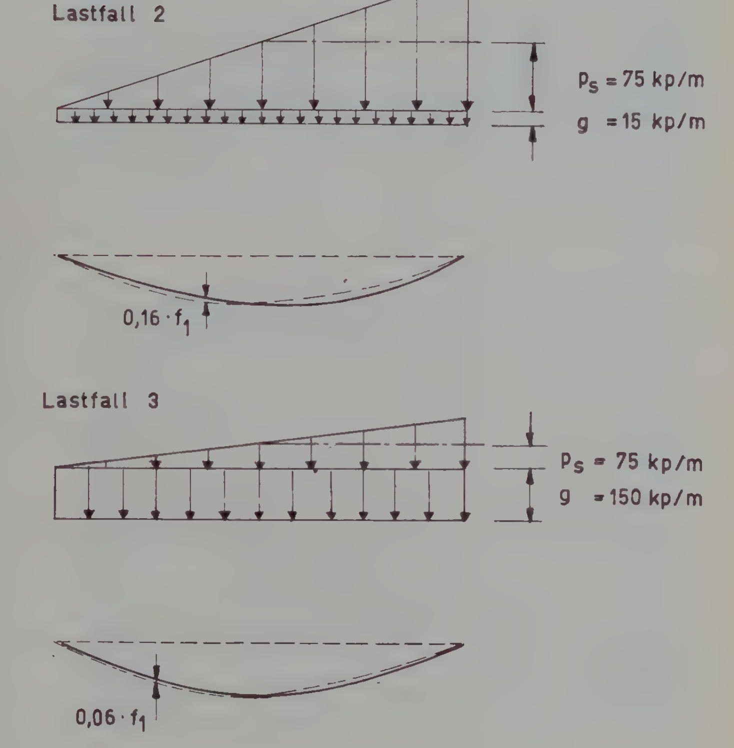
Die Randkonstruktion ist montiert, ruht zunächst auf einzelnen Hilfsgerüsten und wird durch vertikale oder schräge Abspannseile gegen ein späteres Hochheben gesichert. Die Trag- und Spannseile werden mit etwas Spielraum gegenüber der endgültig erforderlichen Länge eingehängt, ohne daß die Kreuzungspunkte fest verbunden werden. Durch Anspannen der einen Seilschar erhält auch die andere zwangsläufig ihre Vorspannung. Auf Grund der Festlegung der Anknüpfungspunkte, der Seillängen der einen Schar und der Vorspannkräfte der anderen nimmt das Netz eine eindeutige geometrische Lage ein. Je enger die Seile liegen, um so mehr gehen die Seilpolygone in glatte Kurven, die Vielflächner in stetig gekrümmte Flächen über. Während das

1 a

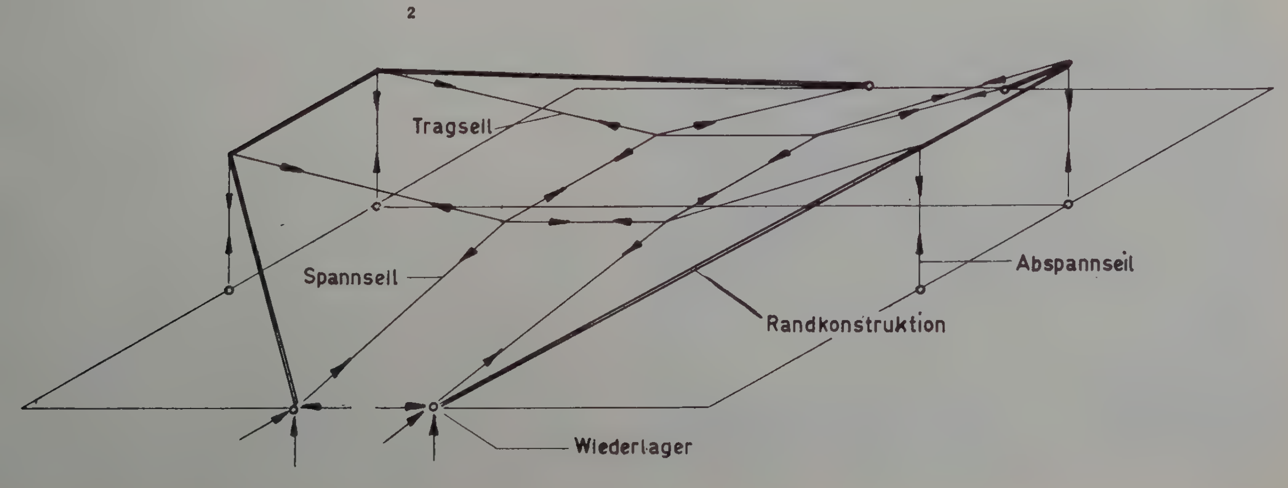


1 b

1 c



2



einfache, schlaffe Seil bereits unter verschwindend kleinen, unterschiedlichen Lasten völlig verschiedene Seilkurven einnimmt, muß das vorgespannte Netz erst erheblich belastet werden, damit sich die Seilkräfte ändern, Dehnungen in den Seilen auftreten (von wenigen ‰!) und erst daraus Verschiebungen resultieren können. Diese betragen jedoch nur noch Bruchteile der Verschiebungen eines schlaffen Seiles.

Da die verschiedenen Arten von Sattelflächen schon oft besprochen worden sind, sollen nur drei Grundtypen erläutert werden. Das Merkmal aller Sattelflächen ist die entgegengesetzte Krümmung in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen. Der Mathematiker sagt, die Fläche hat ein negatives Gaußsches Krümmungsmaß.

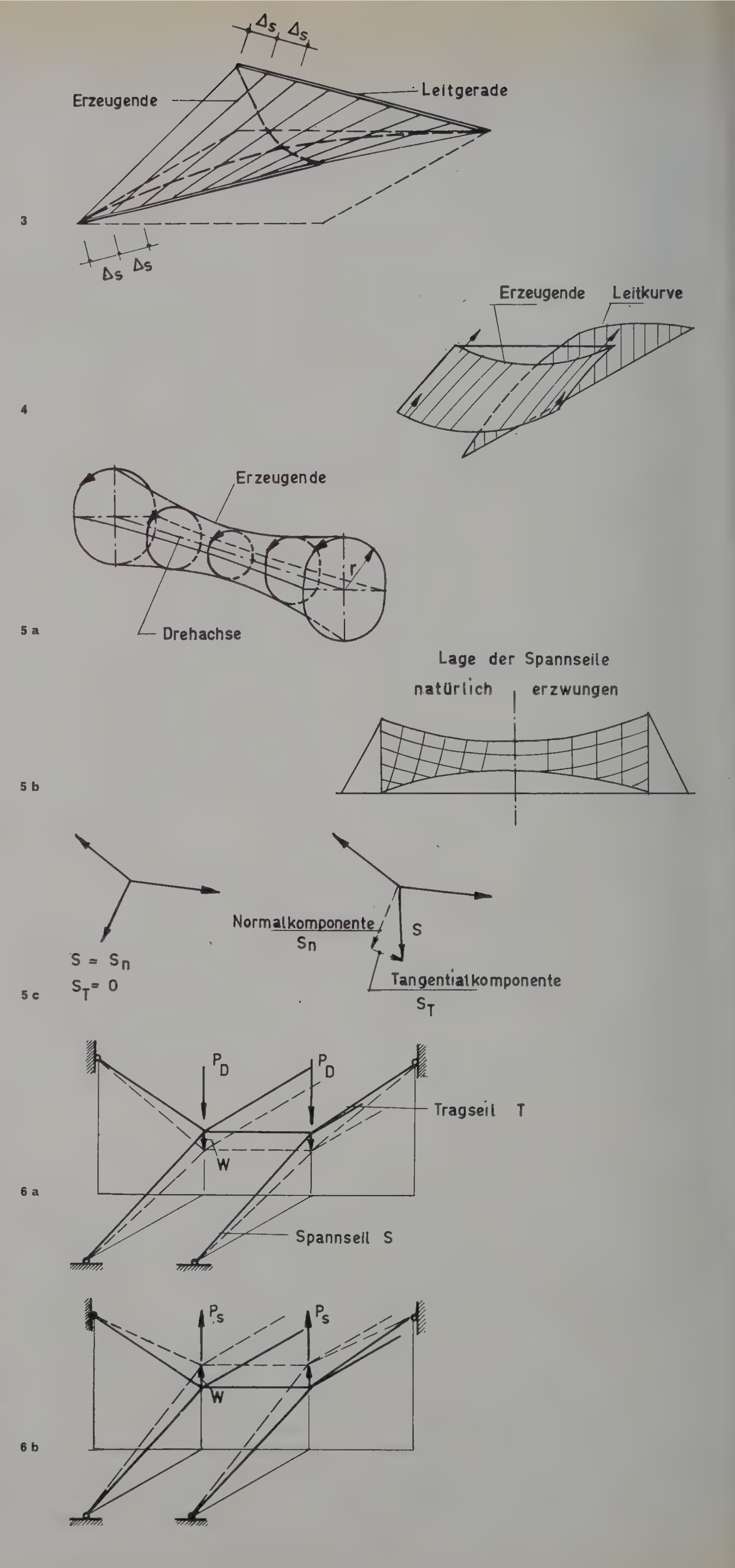
Das **hyperbolische Paraboloid** (Abb. 3) entsteht, wenn über einem rhombischen, im Spezialfall einem quadratischen Grundriß zwei „Leitgerade" festgelegt und längs diesen eine gerade „Erzeugende" mit gleichen Intervallschritten verschoben wird. Vertikalschnitte parallel zur Grundrißdiagonalen ergeben Parabeln, alle anderen Schnittebenen Hyperbeln. Das hyperbolische Paraboloid ist für Seilnetzwerke besonders geeignet, weil seine gleichmäßigen Krümmungen eine gleichmäßige Steifigkeit des Netzes sichern, die rechnerische Behandlung relativ einfach bleibt und die geraden Erzeugenden wichtige Vorteile für die Dacheindeckung bringen.

Eine übergeordnete allgemeinere Klasse bilden die **Translationsflächen** (Abbildung 4). Über eine Leitkurve wird eine entgegengesetzt gekrümmte Erzeugende verschoben. Die Kurven können wieder Parabeln, aber auch Sinuslinien, Kreisbögen, Kettenlinien sein, deren genaue mathematische Unterschiede den architektonischen Entwurf jedoch kaum beeinflussen.

Eine dritte Gruppe von Sattelflächen stellen Ausschnitte aus einer **Rotationsfläche** dar (Abb. 5a, b, c), die sich jedoch nur erzwingen läßt, wenn Spann- und Tragkabel in den Knotenpunkten schon vor dem Eintragen der Vorspannung fest verbunden werden. Die Befestigungsschellen müssen die Tangentialkomponenten S_T der Spannseilkräfte S übertragen können.

*

Welche Seilkraftänderungen treten nun bei einer Belastung des Seilnetzes auf, dessen Knoten nach dem Vorspannen fest verbunden wurden? Wir betrachten hierzu ein Tragseil der Modellskizze (Abb. 6a, b). Druckkräfte (zum Beispiel aus Eigengewicht + Schnee) werden mit P_D, Sogkräfte (zum Beispiel aus Windsog - Eigengewicht) mit P_S bezeichnet. Unter Lasten P_D treten Verschiebungen w ein, die Tragseile T werden gedehnt, erhalten also zusätzliche Zugkräfte; die Spannseile S werden gestaucht, erfahren also einen Abbau ihrer Vorspannung. Unter Soglasten P_S vertauschen sich die Rollen von



Trag- und Spannseilen, ein Zeichen, daß diese Begriffsunterscheidung dem Tragverhalten gar nicht gerecht wird. Der Grund liegt in der falschen Übertragung herkömmlicher Lastkombinationen:

Schwerdach

Zum Beispiel:

g	=	125 kp/m²	Eigengewicht
p	=	75 kp/m²	Schnee
w	≈	+ 60 ... —20 kp/m²	Winddruck (stark formabhängig)
P_D	≈	100 .... 260 kp/m²	
P_S	=	bleibt Druck!	

Leichtdach

Zum Beispiel:

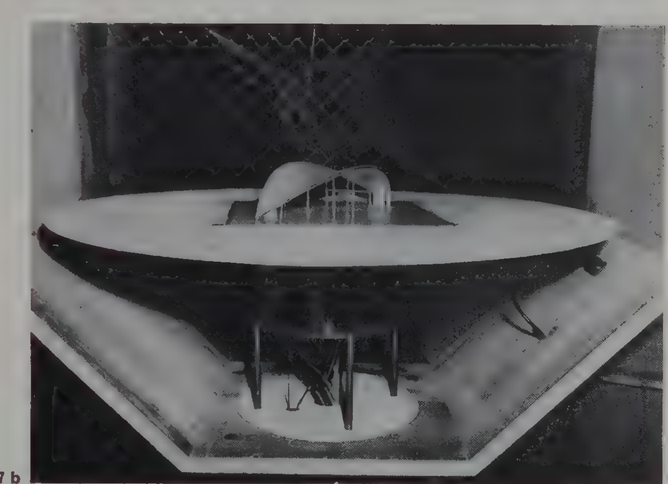
g	=	15 kp/m²	
p	=	75 kp/m²	
w	≈	— 40 ... — 150 kp/m²	
P_D	≈	90 kp/m²	
P_S	≈	25 ... 125 kp/m²	Sog!

Während beim Schwerdach die Soglasten meist ohne Einfluß bleiben, die Tragseile also immer die Haupttragfunktion ausüben, kann beim Leichtdach das Gegenteil eintreten, daß nämlich die sogenannten Spannseile mehr tragen müssen als die sogenannten Tragseile! Die Lastzusammenstellung zeigt, wie stark die Windlast mit der Abnahme des Dachgewichtes an Bedeutung gewinnt. Um zuverlässige Rechengrundlagen über Größe und Verteilung der Windbeanspruchung zu erhalten, ist durch das Laboratorium für experimentelle Baumechanik eine große Zahl von Windkanalversuchen für Modelle mit unterschiedlicher Krümmung, Grundrißform und Seitenwandausbildung durchgeführt worden. Als gemeinsame Tendenz zeigten alle Varianten, daß bis auf wenige örtliche Bereiche überall Sogkräfte auftreten, im Inneren der Sattelfläche weitgehend gleichmäßig verteilt, im Randbereich jedoch mit erheblichen Spitzenwerten, die eine sorgfältige Befestigung der Dachhaut am Seilnetz verlangen (Abb. 7a, b, c).

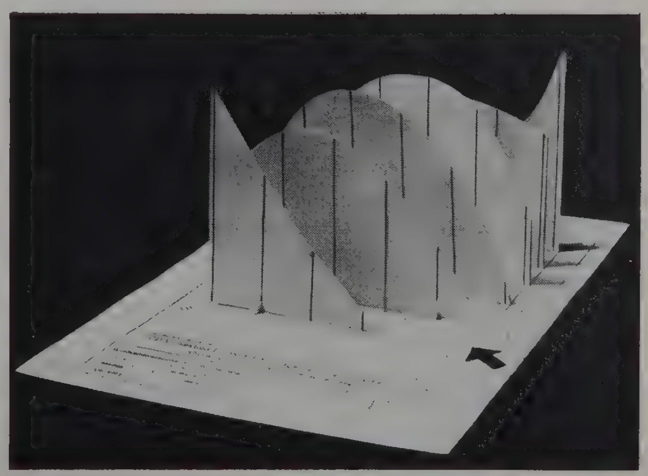
Nach diesen Überlegungen zur Beanspruchung des Seilnetzes selbst verbleiben noch genügend Fragen: Wie werden die Seilkräfte am Rande aufgenommen und ins Erdreich abgeleitet? Welche Zwischenkonstruktionen sind zwischen Netz und Fundament notwendig, vorteilhaft oder ungeeignet? Wie können Grundrißform und Seitenwandausbildung die Randkonstruktion günstig beeinflussen? Man braucht nur die Zeltbahn eines Zirkuszeltes auf der einen Seite mit all den Masten, Streben, Abfangseilen und Ankerpflöcken andererseits zu vergleichen, um zu erkennen, wo der größte Materialverbrauch einer Hängekonstruktion liegt, wie ausschlaggebend die einwandfreie Lösung der Randkonstruktion den Erfolg des Gesamtbauwerkes beeinflußt. Aus diesem Grunde muß auch der Architekt Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Abstützungsarten einschätzen können.



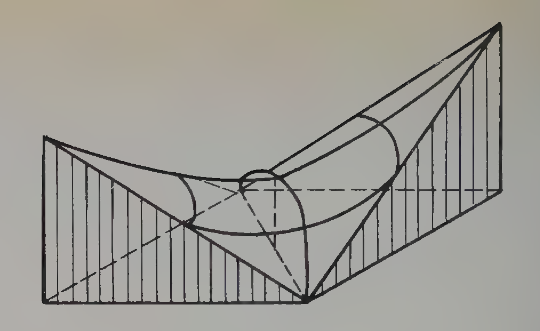
7 a



7 b



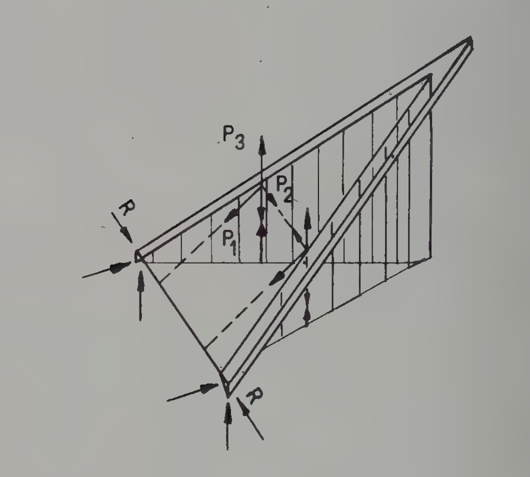
7 c



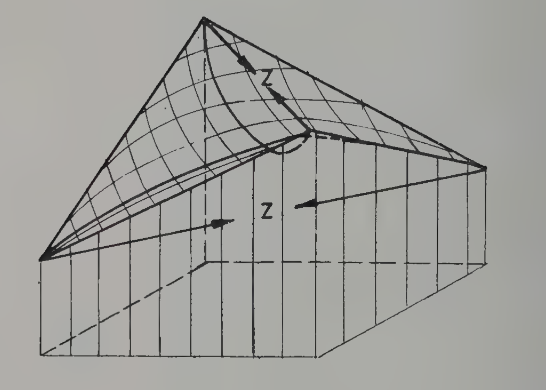
8 a

Gerade Randträger

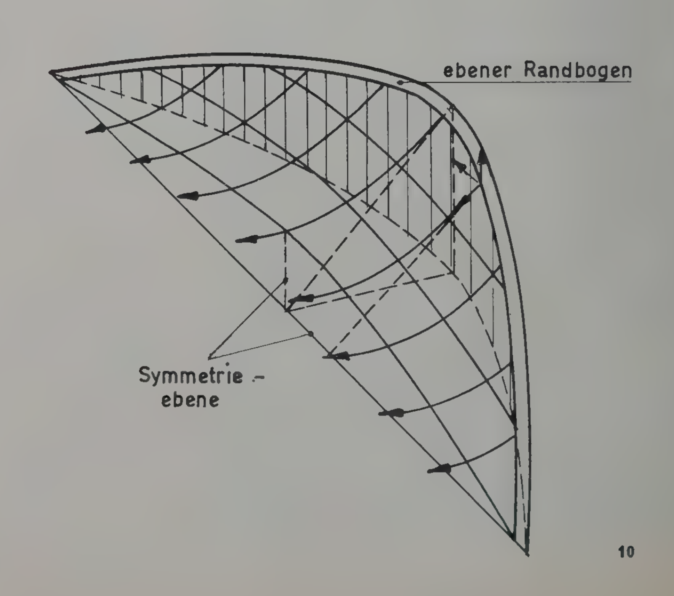
Wie schon erwähnt, können bei einem hyperbolischen Paraboloid über rhombischem oder quadratischem Grundriß geradlinige Randbegrenzungen erzielt werden (Abb. 8a, b). Die Randträger, beispielsweise als ebene Dreiecksrahmen ausgebildet, müssen ausschließlich über Querkräfte und Biegemomente die Kräfte P_1 und P_2 nach den Widerlagern weiterleiten. Schon bei kleineren Spannweiten von 20 bis 30 m wird hierfür erheblicher Materialaufwand benötigt, selbst bei einer Ausführung in hochwertigem Stahl. Dabei wurde noch vorausgesetzt, daß die vertikalen Seilkraftkomponenten P_3 unmittelbar über Zugstäbe in den Wänden ins Erdreich abgegeben werden können. Von Eckpunkt zu Eckpunkt völlig freitragende Randträger sollten nur aus zwingenden Gründen vorgesehen werden, da die räumliche Tragwirkung sofort wieder erheblichen Mehraufwand verursacht. Kräftige Gründungkörper sind nur an den Tiefpunkten erforderlich, die den Rahmenschub R aufnehmen können. Bei hochgezogenen Tiefpunkten bereitet dies wachsende Schwierigkeiten. Bei einzelnen technischen Nutzanwendungen wird es möglich sein, jeweils Hoch- und Tiefpunkte gegeneinander durch Zugglieder Z zu verankern (Abb. 9). Dann bilden Randträger, Zuganker und Seilnetz ein in sich geschlossenes System, das in beliebiger Höhe auf eine normale Unterkonstruktion aufgelagert werden kann. Ohne Zuganker und Widerlager erhalten die Rahmen unvertretbar hohe Biegebeanspruchung. Viel Vorteilhaftes kann also nicht zugunsten der geraden Randträger angeführt werden, es sei denn, einige Erleichterungen bei der Fertigung und unter Umständen die Möglichkeit, getypte Einzelelemente in verschiedenen Variationen zusammensetzen zu können.



8 b



9



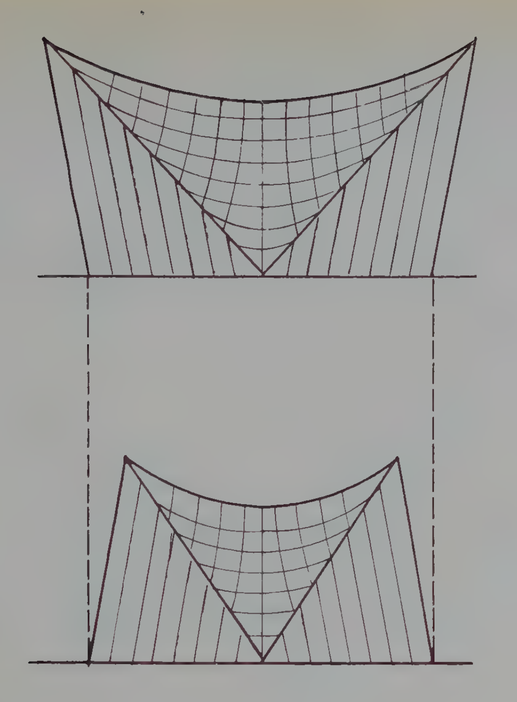
10

Bogenförmige Randträger

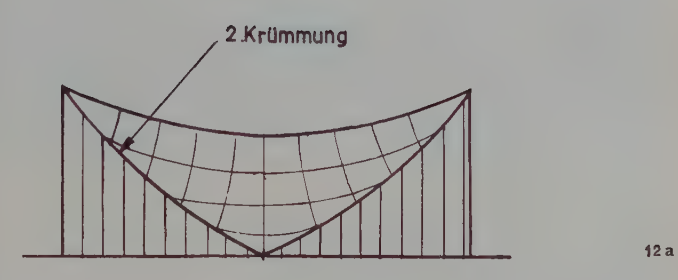
Schneidet man eine Sattelfläche durch eine geneigte Ebene, entsteht eine bogenförmige Randbegrenzung (Abb. 10). Auch hier empfiehlt sich, den Bogen nur in seiner Ebene tragen zu lassen und ihn aus seiner Ebene heraus durch die Außenwandkonstruktion zu stützen. Wie aktiv der Architekt auf einen sparsamen Materialverbrauch einwirken kann, zeigt die Gegenüberstellung in Abbildung 11. Allein durch die Wahl einer günstigen Außenwandneigung können die Spannweiten der Seile und der Stich des Bogens bei gleicher Grundfläche so verringert werden, daß größere Einsparungen möglich sind, Einsparungen, die allein durch genaueres Rechnen oder durch sorgfältige Detailkonstruktion nie zu erzielen wären.

Allerdings sind auch der Tragfähigkeit eines Bogens Grenzen gesetzt. Im günstigsten Falle könnte man erreichen, daß ein Bogen mit doppelter Krümmung (Abb. 12a, b, c) unter einem Lastfall nur Längskräfte und keine Biegemomente erhält. Er müßte dann nach der Stützlinie zu diesem Lastfall geformt sein. Sobald jedoch einseitige Lastfälle zum Beispiel durch Schneeverwehungen oder durch unterschiedliche Windkräfte auftreten können, schlägt die Stützlinie aus der Bogenachse heraus, und die dann doch vorhandenen Biegemomente rechtfertigen nicht mehr den Aufwand für die Herstellung räumlich gekrümmter Träger.

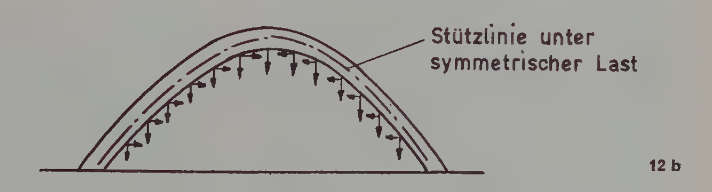
Trotz seiner Empfindlichkeit gegen unsymmetrische Lasten erschließt der Bogen ein weites Feld von Anwendungsmöglichkeiten. Stützweiten von 100 m und mehr lassen sich statisch-konstruktiv einwandfrei bewältigen.



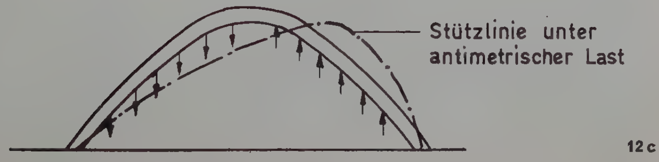
11



12 a



12 b

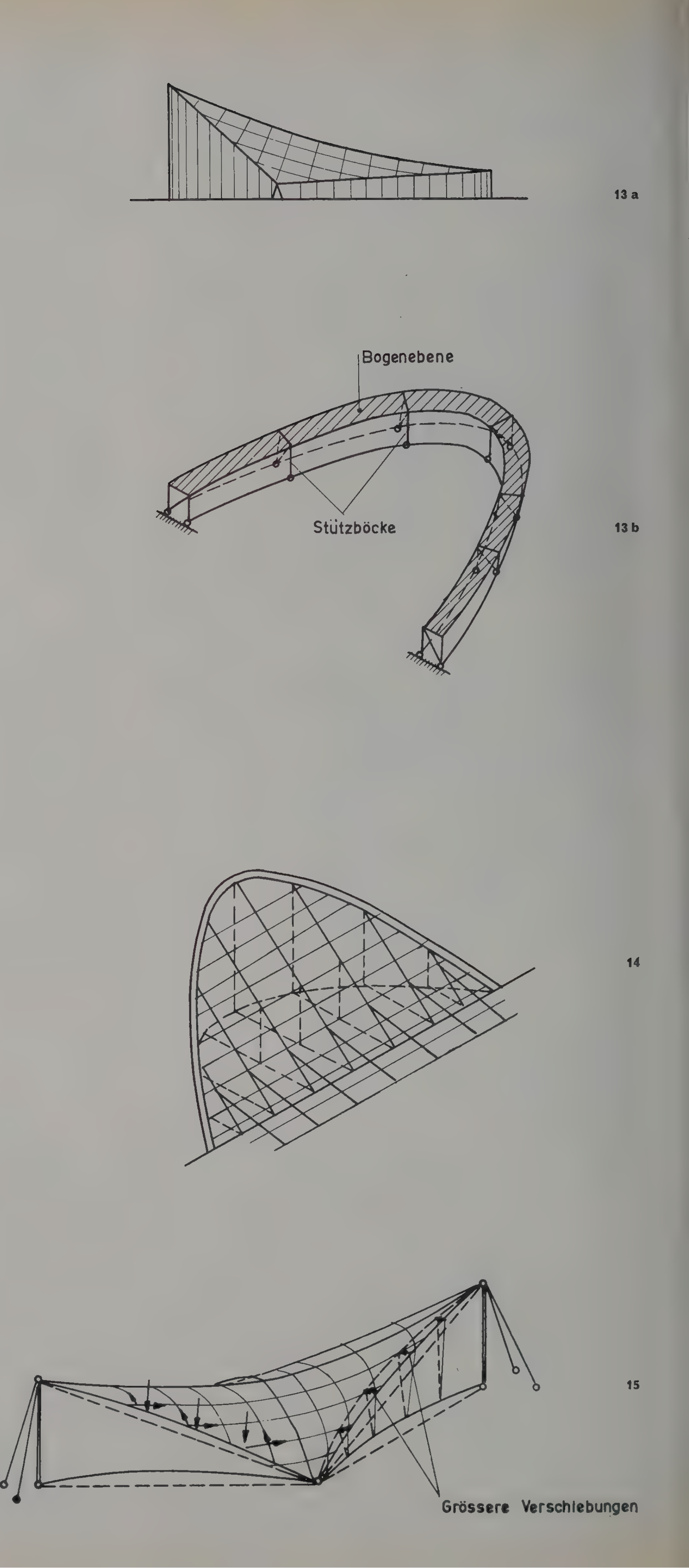


12 c

Abschnittsweise Randlagerung
durch Stützböcke

Wir wollen eine Dachform mit einem sehr flach geneigten Bogen betrachten, wie sie zum Beispiel der Studienentwurf für eine Kongreßhalle in Rostock vorsieht (Abbildung 13a, b; vergleiche die Abbildungen auf Seite 379 ff.). Der Bogen könnte so geformt sein, daß unter der üblichen Durchschnittsbelastung, zum Beispiel Vorspannung + Eigengewicht des Daches, nur Druckkräfte aufzunehmen sind. Hierzu wäre nur ein äußerst geringer Materialaufwand notwendig. Alle Seilkraftänderungen aus Zusatzbelastungen, zum Beispiel Wind oder Schnee halbseitig, die Biegung hervorrufen müßten, werden über mehr oder weniger viele Stützböcke direkt in den Baugrund abgeleitet. Das Ausnutzen dieses kurzen Weges muß zwangsläufig wirtschaftlicher sein als die Schnittkraftübertragung über die ganze Bogenspannweite.

Auch für einen stärker geneigten Bogen kann die Zwischenabstützung noch sinnvoll sein, wenn zum Beispiel Tribüneneinbauten von sich aus schräge Unterstützungsträger verlangen (Abb. 14). Die Vereinigung mehrerer Tragfunktionen in einem Element und die Kombination zwischen dieser und jener Tragwerksart führen gerade bei Seilnetzkonstruktionen zu immer neuen Formen und besseren Konstruktionen.



Elastische Randlagerung
durch Fangeseile

Als letzte charakteristische Randkonstruktion muß noch das Fangeseil aufgeführt werden. Seine Anwendung führt zu Konstruktionen, die im Materialverbrauch wohl kaum mehr zu unterbieten sind. Lediglich die Stützen der Hochpunkte müssen noch drucksteif ausgebildet werden, Biegebeanspruchung ist gänzlich ausgeschaltet. Dieser außerordentliche Effekt muß allerdings durch Zugeständnisse anderer Art erkauft werden, nämlich durch sehr großzügige Zugeständnisse an die Verformungen des Netzwerkes und insbesondere der Fangeseile selbst. Aus Abbildung 15 wird verständlich, daß schon kleine Lasten in Randnähe nur bei größeren Vertikalverschiebungen des Randseiles aufgenommen werden können. Diese ließen sich zwar durch vertikale Abspannungen in der Außenwand einschränken, allerdings müßte dann diese Wand sehr flexibel sein und größeren Verdrehungen unbeschadet folgen können. Desgleichen muß die Dachhaut genügend biegeweich, am besten folienartig sein. Aus diesen Einschränkungen folgt zwar eine Begrenzung der Anwendungsmöglichkeiten, es verbleiben jedoch noch genügend Bereiche, in denen zugunsten des geringen Materialbedarfes und vor allem der kurzen Montagezeit unbedenklich größere Seilverschiebungen, offene Seitenwände und eine einfache Dachhaut als elastische Membrane in Kauf genommen werden können.



16

Einige Anregungen für die Anwendung von Seilnetzwerken

Die Gegenüberstellung mehrerer Arten von Randkonstruktionen im vorhergehenden Abschnitt sollte vor allem zeigen, daß keine von Haus aus gut oder schlecht ist, daß immer Zweckbestimmung und Gesamtkonzeption des Bauwerkes, Materialfragen und viele andere Gründe zugunsten dieser oder jener Lösung sprechen können. Für Seilnetzwerke mit geraden Randbegrenzungen wird es am schwierigsten sein, besonders vorteilhafte Lösungen zu finden. Ihre Anwendung bleibt auf relativ kleine Stützweiten beschränkt, wo übliche Binderkonstruktionen, Fertigteilschalen oder andere Bauweisen ernsthafte Konkurrenz bieten. Trotzdem lassen sich genügend Anwendungsbereiche finden, besonders wenn für getypte Mehrzweckkonstruktionen die Vorteile der Serienfertigung ausgenutzt, die geringen Montagezeiten und die vielseitige Zusammensetzbarkeit gewertet werden.

Für die weitgespannten Seilnetze mit Randbogen, Stützböcken oder Fangeseilen braucht man nach Anwendungsmöglichkeiten nicht zu suchen. Wieviele Turn- und Sporthallen, Schwimmbäder, Kongreßsäle sehen die Aufbaupläne unserer Bezirke vor! Wieviele Messehallen werden allein in Leipzig im Laufe eines Jahrzehnts gebaut! Wieviele moderne Lichtspieltheater werden allein in Dresden und Berlin entstehen! Und niemand kann den Einwand erheben, daß nur derartige Sonderbauten für das Seilnetz in Frage kämen. Gerade für die Überdachungen, die nur einen Wetterschutz bieten sollen und nur wenig Aufwand für die Dachhaut verlangen, ist das Seilnetz wie geschaffen. Die Überdachung von Lager- und Umschlagplätzen, Maschinen- und Geräteparks in der Landwirtschaft, eines Parkplatzes oder auch eines offenen Betonwerkes kann sich bei dem niedrigen Aufwand schon deshalb lohnen, weil die Pflege von Geräten besser vonstatten gehen kann, Rohstoffe verlustloser aufbewahrt werden können oder der Arbeitsablauf verbessert werden kann. Für derartige Aufgaben wären die offenen Seilnetze mit Fangeseilen denkbar geeignet, zumal eine Demontage und das Aufstellen an einem anderen Ort durchaus möglich sind. Der Aufwand brauchte nicht größer zu sein als bei dem „landesüblichen" Umsetzen von Baracken!

Abschließend sei auf einen Studienentwurf von Professor Kolousek für die Überdachung eines Sportstadions hingewiesen, der als Lehrbeispiel für die sinnvolle Kombination geeigneter Tragelemente gelten sollte (Abb. 16).[1] Ausgehend von der günstigsten Sitzplatzanordnung wird der zentrale Bereich mit einer zweiten Tribünenplattform herausgehoben. Die Stützwirkung der Tribünenkonstruktion erlaubt, sehr geringe Seilkrümmungen vorzusehen. Die Spannseile erhalten ihre Kräfte aus dem Eigengewicht der niedrigen Dachschalen an den Stirnseiten. Für die Umlenkung der Zugstangenkräfte sorgt ein Fangeseil, das allerdings mit einer gewissen Biegesteifigkeit ausgebildet wurde, um die Formänderungen unter wechselnden Lasten in erträglichen Grenzen zu halten. Die verglasten Vertikalflächen des mittleren Baukörpers gewährleisten eine gute Ausleuchtung. — Was diesen Entwurf besonders hervorhebt, ist noch nicht einmal die spezielle Lösung der verschiedenen Probleme, wichtig erscheint vielmehr die Anregung, sich die vorteilhaften Seiten verschiedener Grundformen dienstbar zu machen und durch ihre sinnvolle Vereinigung nachteilige Wirkungen einzuschränken.

Zum Schluß sei hier der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß bald eines der bei uns vorliegenden Projekte zur Ausführung gelangt und durch seine Bewährung die weitere Entwicklung von Bautechnik und Baukunst fördert.

---

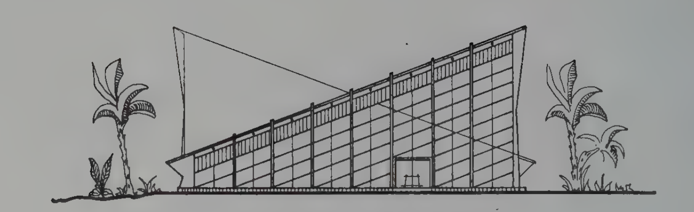
[1] Siehe Bauplanung — Bautechnik, Heft 6/1962

Experimentalbau im Tierpark Berlin

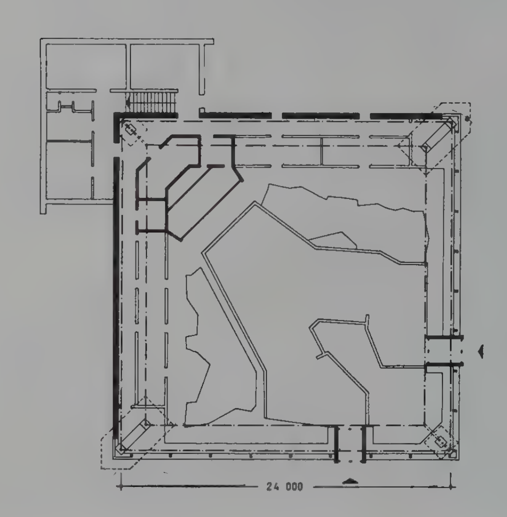
Dipl.-Ing. Heinz Graffunder
Architekt des Berliner Tierparks

Ein von der Deutschen Bauakademie in Seilnetzkonstruktion projektierter Experimentalbau soll im Tierpark Berlin als „Warmhaus" für Tapire und Wertflußpferde errichtet werden. Damit erhalten nach jahrelangen Schwierigkeiten die Forschungsbeauftragten der Akademie nun endlich die Gelegenheit, ihre theoretischen Untersuchungen in der Praxis zu erproben.

Das Gebäude erhebt sich auf einem 24 m breiten quadratischen Grundriß. Es besteht im Grunde genommen nur aus der Überdachung: aus einem zwischen geraden Randträgern gespannten Seilnetzdach in der Form eines hyperbolischen Paraboloids mit zwei Tiefpunkten und zwei Hochpunkten. Seine Gestalt kommt der Entwurfsabsicht, das Tierhaus als mit der Natur verbundene architektonisch gestaltete „Klimahülle" aufzufassen, geradezu in idealer Weise entgegen. Die Eingänge und ein quadratischer Anbau mit Futter- und Nebenräumen sowie mit technischen Einrichtungen sind in der Diagonale der Hochpunkte des Gebäudes angeordnet. Dadurch wird dem Bauwerk eine funktionell begründete Richtung gegeben, die sich mit der Gestalt des Bauwerkes in Übereinstimmung befindet.



1:500



Experimentalbau in Rehbrücke bei Potsdam

Dr.-Ing. Erich Selbmann
VEB Sonderbaubüro, Rehbrücke

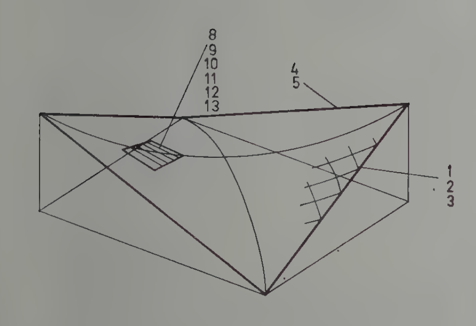


Im Jahr 1959 wurde unter Mitarbeit von Professor René Sarger von einem unter meiner Leitung stehenden Kollektiv in Rehbrücke bei Potsdam zu reinen Versuchszwecken eine Überdachung errichtet, die jetzt als Unterstellmöglichkeit für Kraftfahrzeuge dient. Das Dach — ein vorgespanntes Seilnetz — ist im umgekehrten Richtungssinn doppelt gekrümmt, die Randbalken sind gerade, starre und im wesentlichen waagerecht beanspruchte Stahlkonstruktionen. Die Tragkabel bestehen aus gewöhnlichem Betonstahl, der mit Spannschlössern gespannt wurde. Die Konstruktion ruht auf zwei Punkten, wobei die beiden restlichen Punkte des Quadrates Zugglieder aufweisen. Da der Bau als reiner Experimentalbau gedacht war, wurde das Dach nur provisorisch mit Hartfaserplatten, die mit einem Anstrich versehen wurden, abgedeckt. Die Regenwasserableitung erfolgt in den Tiefpunkten durch die Auflagerstützen hindurch.

Das Bauwerk steht seitdem, ohne die geringsten Schäden aufzuweisen.

Zur Konstruktion von vorgespannten Seilnetzwerken

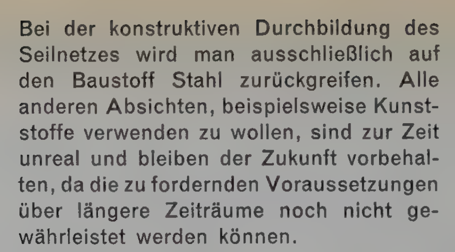
Dipl.-Ing. Werner Bartel
Deutsche Bauakademie,
Arbeitsgruppe Ingenieur-theoretische Grundlagen



Seilnetzwerk in Form eines hyperbolischen Paraboloids über quadratischem Grundriß, wie es für den Experimentalbau im Berliner Tierpark vorgesehen ist. Die Ziffern bezeichnen die Abbildungen im Text.

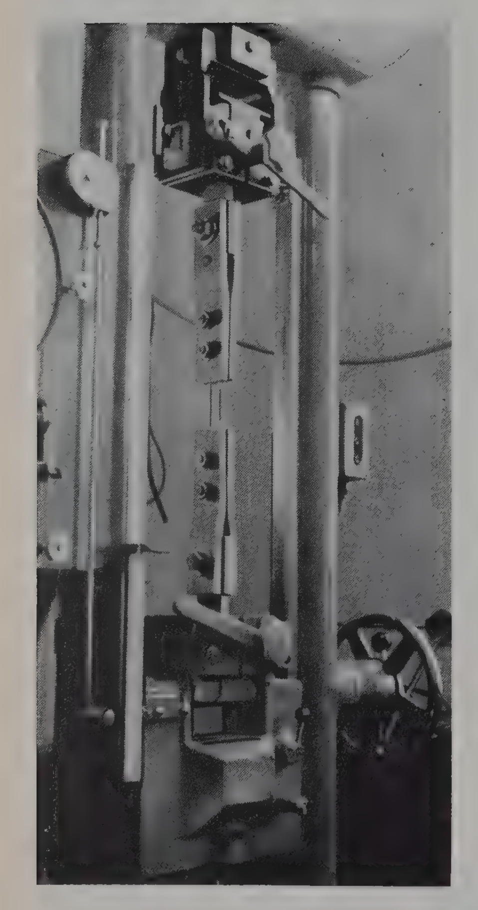
Die Aufstellung eines Berechnungsverfahrens für vorgespannte Seilnetzwerke ist nur der erste Schritt, um das günstige Tragverhalten eines Seiles bei Überdachungen im Hoch- und Industriebau auszunutzen. Diese neuartigen Tragkonstruktionen erfordern auch eine besondere konstruktive Durchbildung, weil nur so ihr sicheres Tragverhalten und ihre Wirtschaftlichkeit gewährleistet werden können. Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet ist der Seilverankerung im Zusammenhang mit dem Spannprozeß des Netzes, der möglichst leichten und sicheren Ausbildung der Randkonstruktion, der Gründung, der Dacheindeckung und anderen Fragen besondere Beachtung zu schenken!

Im folgenden wird auf einige konstruktive Einzelheiten eingegangen, die an den vom Institut für Ingenieurtheoretische Grundlagen entwickelten Experimentalbau — bestimmt für den Berliner Tierpark — erprobt werden sollen. Es darf nicht erwartet werden, mit diesen Ausführungen ein Konstruktionsrezept zu erhalten, da die Forschungsarbeiten noch nicht abgeschlossen und ausgewertet sind. Jedoch können dem Entwerfenden bereits nützliche Hinweise gegeben werden.



Bei der konstruktiven Durchbildung des Seilnetzes wird man ausschließlich auf den Baustoff Stahl zurückgreifen. Alle anderen Absichten, beispielsweise Kunststoffe verwenden zu wollen, sind zur Zeit unreal und bleiben der Zukunft vorbehalten, da die zu fordernden Voraussetzungen über längere Zeiträume noch nicht gewährleistet werden können.

Ist das Seilnetz Bedingungen ausgesetzt, welche die Korrosion des Stahles fördern, so sind gewöhnliche Stahlseile nicht unbedingt einzusetzen, da die Unterhaltungsarbeiten einen erhöhten Aufwand erfordern. Außerdem ist in den Fällen, in denen nicht jedes Seil einzeln gespannt wird, keine Gewähr für eine gleichmäßige Tragfähigkeit aller Seile des Netzes gegeben.



Verschlossene Seile haben die erwähnten Nachteile nicht, sind jedoch wesentlich teurer. Sie sollten nur für sehr weitgespannte oder großmaschige Netze verwendet werden.

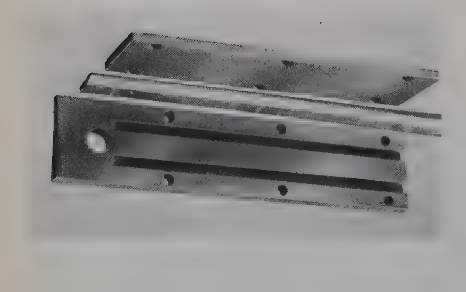
Für Abmessungen, wie sie von den Überdachungen üblicher Sport-, Kongreß- und Ausstellungshallen her bekannt sind, kann bedenkenlos auf Rundstähle zurückgegriffen werden. Bei einem Material hoher Festigkeit sind die Durchmesser klein genug, so daß die Biegesteifigkeit unberücksichtigt bleiben kann. Die Annahme, ein Verarbeiten von Stählen mit einer möglichst hohen Festigkeit führe zu nicht vertretbaren Verformungen des Seilnetzes, ist unbegründet, was durch eingehende Untersuchungen an verschiedenen Seilnetzwerken bestätigt wurde.

Besondere Sorgfalt ist der Seilverankerung zu widmen. Werden Stahlseile verwendet, so kann auf bekannte Methoden zurückgegriffen werden, wie sie aus dem Brückenbau oder von Mastabspannungen her bekannt sind. Zum Verankern einzelner Rundstähle an der Randkonstruktion können einfache Verschraubungen vorgesehen werden. Sind jedoch mehrere, nebeneinander verlaufende Stahldrähte sehr hoher Festigkeit anzuschließen, so müssen dafür geeignete Vorrichtungen unter Berücksichtigung moderner Verbindungsmittel entwickelt werden.

Gegenwärtig wird im Tierpark Berlin ein vorgespanntes Seilnetz aus hochwertigem Spannstahl (St. 130/150) für Versuchszwecke errichtet. Jeweils zwei nebeneinanderliegende feuerverzinkte Drähte mit einem Durchmesser von 5 mm werden im Abstand von 1030 mm als Trag- und Spannseile verlegt. Zum Verankern der Spannstähle an der mit Knotenblechen versehenen Fachwerkkonstruktion, welche die Lasten aus dem Seilnetz aufnimmt und zu den Widerlagern ableitet, wurde die in Abbildung 1 gezeigte Vorrichtung gewählt. Die Drähte werden mit zwei hochfesten Schrauben M 16 der Güte 10 K zwischen zwei Stahlplatten (Material St 38) festgeklemmt. Ausführliche Angaben über die Durchführung der Versuche und über die Versuchsergebnisse sind einer Veröffentlichung in der Wissenschaftlichen Zeitschrift der Hochschule für Bauwesen Cottbus, Heft 3/1962, zu entnehmen. Die dort gemachten Angaben über die Vorbehandlung der Stahlteile sind unbedingt einzuhalten.

Im Anschluß an die beschriebenen Versuche wurden Vorversuche mit einer Vorrichtung durchgeführt, bei der die Drähte durch Verkleben ihrer Enden mit Kunstharzklebemitteln verankert wurden. Wenn auch gegenwärtig eine solche Verankerung noch nicht an einem Experimentalbau erprobt werden kann, so zeigen doch die Versuchsergebnisse eine erfolgversprechende Entwicklungsrichtung.

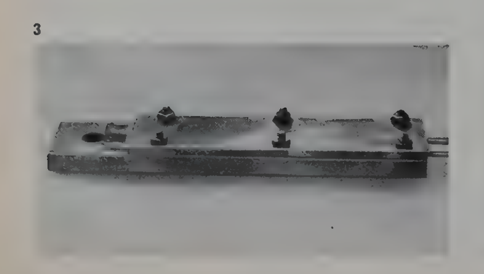
Für diese Versuche wurden die gleichen Materialien wie für die hochfest verschraubte Verankerung verwendet. Hierbei ist ebenfalls großer Wert auf eine sorgfältige Vorbehandlung der zu verklebenden Teile zu legen. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Vorrichtung vor und nach dem Einkleben der Spanndrähte. Genaue Angaben sind der obengenannten Veröffentlichung zu entnehmen. Die beschriebenen Möglichkeiten lassen sich sinngemäß auf Verankerungen für mehr als zwei Drähte übertragen.



Die Randkonstruktion

Das im vorangehenden Abschnitt erwähnte Seilnetz hat die Form eines hyperbolischen Paraboloids und ist zwischen geraden Randträgern über quadratischem Grundriß gespannt. Da die Träger nur an ihren Enden gestützt sind, mußten Dreigurtträger angeordnet werden, deren Gurte und Wandstäbe aus Rohren bestehen. Abbildung 4 zeigt den Querschnitt und die Draufsicht eines solchen Trägers mit einem für den Anschluß der Seile bestimmten Knotenblech. Die Knotenbleche wurden so an den Innengurt des Trägers geschweißt, daß sie im theoretischen Verankerungspunkt die Tangentialfläche an das hyperbolische Paraboloid bilden.

3



Bei einer gekrümmten, ebenen Randkonstruktion haben die Trag- und Spannseile nicht mehr einen gemeinsamen Verankerungspunkt. Die einzelnen Knotenbleche gehen über in ein durchlaufendes, verwundenes Knotenblech, das Tangentialfläche an die Netzfläche ist. Abbildung 5 zeigt die konstruktive Ausbildung für den Fall, in dem dieses Blech an einem Kastenprofil befestigt ist.

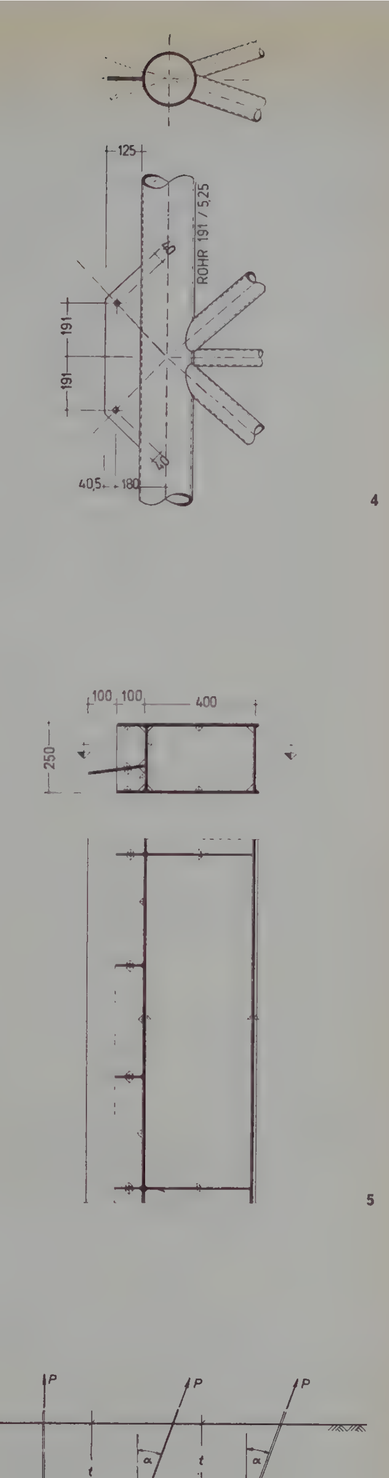
Vielfach wird die außerordentliche Leichtigkeit der Seilnetzwerke hervorgehoben, wobei der geringe Materialaufwand für das Seilnetz einseitig in den Vordergrund gestellt wird. Um ein Seilnetzwerk insgesamt leicht zu gestalten, müssen der

Statiker und der Konstrukteur viel Sorgfalt auf die Durchbildung der Randkonstruktion verwenden, andernfalls auch andere Tragwerke zum stützenfreien Überspannen großer Flächen bis etwa 100 m durchaus gleichwertig sind.

Zur möglichst leichten Gestaltung der Randträger muß in hohem Maße die materialintensive Biegebeanspruchung durch die materialsparende Zugbeanspruchung abgelöst werden. Die Verwendung von Randseilen ergibt die größten Materialeinsparungen. Solche Systeme sind jedoch sehr weich, so daß man wegen der großen Verformungen häufig nicht auf sie zurückgreifen kann. Durch geeignete Maßnahmen lassen sich aber auch Einsparungen bei biegesteifen Randträgern erzielen. Hierzu gehört unter anderem die Aufnahme der die Randkonstruktion aus ihrer Ebene heraus beanspruchenden Lasten durch Abspannungen, die im Baugrund verankert werden. Ein Beispiel dafür ist der stählerne Zweigelenkbogen des geplanten Informationszentrums am Alexanderplatz in Berlin.

Bei den im Baugrund verankerten Abspannungen tritt sofort ein weiteres Problem auf, das für die Materialeinsparung bei Seilnetzwerken bestimmend ist. Genügend schwere Betonfundamente zur Aufnahme der Abspannlasten sind sehr aufwendig. Deshalb wurde begonnen, die Tragfähigkeit quadratischer Platten im Boden für lotrechte und schräge Zugkräfte zu bestimmen. Abbildung 6 zeigt drei untersuchte Anordnungen der Ankerplatten. Der zunächst untersuchte Bereich erstreckt sich auf $\alpha = 0°$ bis $30°$. Er wird auf $\alpha = 45°$ erweitert. Die Ergebnisse der umfangreichen Modellversuche lassen bereits erkennen, daß auf diese Weise beachtliche Materialeinsparungen erzielt werden können. Da es bis heute keine Modellgesetze in der Bodenmechanik gibt, sind Versuche in natürlichem Maßstab und in natürlich gelagerten Böden unerläßlich, bevor solche Verankerungen in die Baupraxis eingeführt werden können.

Die Entscheidung, ob die Randträger als Stahl- oder Stahlbetontragwerk ausgeführt werden, bleibt dem Entwerfenden überlassen. Es muß jedoch von ihm verlangt werden, gründliche Vergleiche anzustellen und seine Entscheidung unvoreingenommen zu fällen.



4

5

Das Eintragen der Vorspannung in das Netzwerk

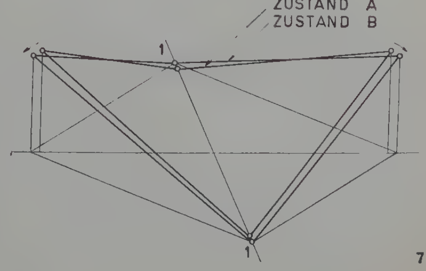
Den Materialaufwand allein als Gradmesser für die Wirtschaftlichkeit der vorgespannten Seilnetzwerke anzusehen, wie dies oftmals geschieht, ist falsch. Bei der Beurteilung der genannten Tragwerke in wirtschaftlicher Hinsicht ist auch das Eintragen des der Berechnung zugrunde gelegten Vorspannungszustandes in das Netz zu beachten, wobei eine ausreichende Genauigkeit erzielt werden muß.

Sicher ist auf alle Fälle das Vorspannen einzelner Seile. Hierbei ist die Aufgabe zu lösen, den dafür erforderlichen Arbeitsaufwand auf ein Minimum zu beschränken. Ein Versuchsprogramm für den genannten Experimentalbau wurde ausgearbeitet. Die nach Abschluß der Versuche vorliegenden Ergebnisse werden zu gegebener Zeit veröffentlicht.

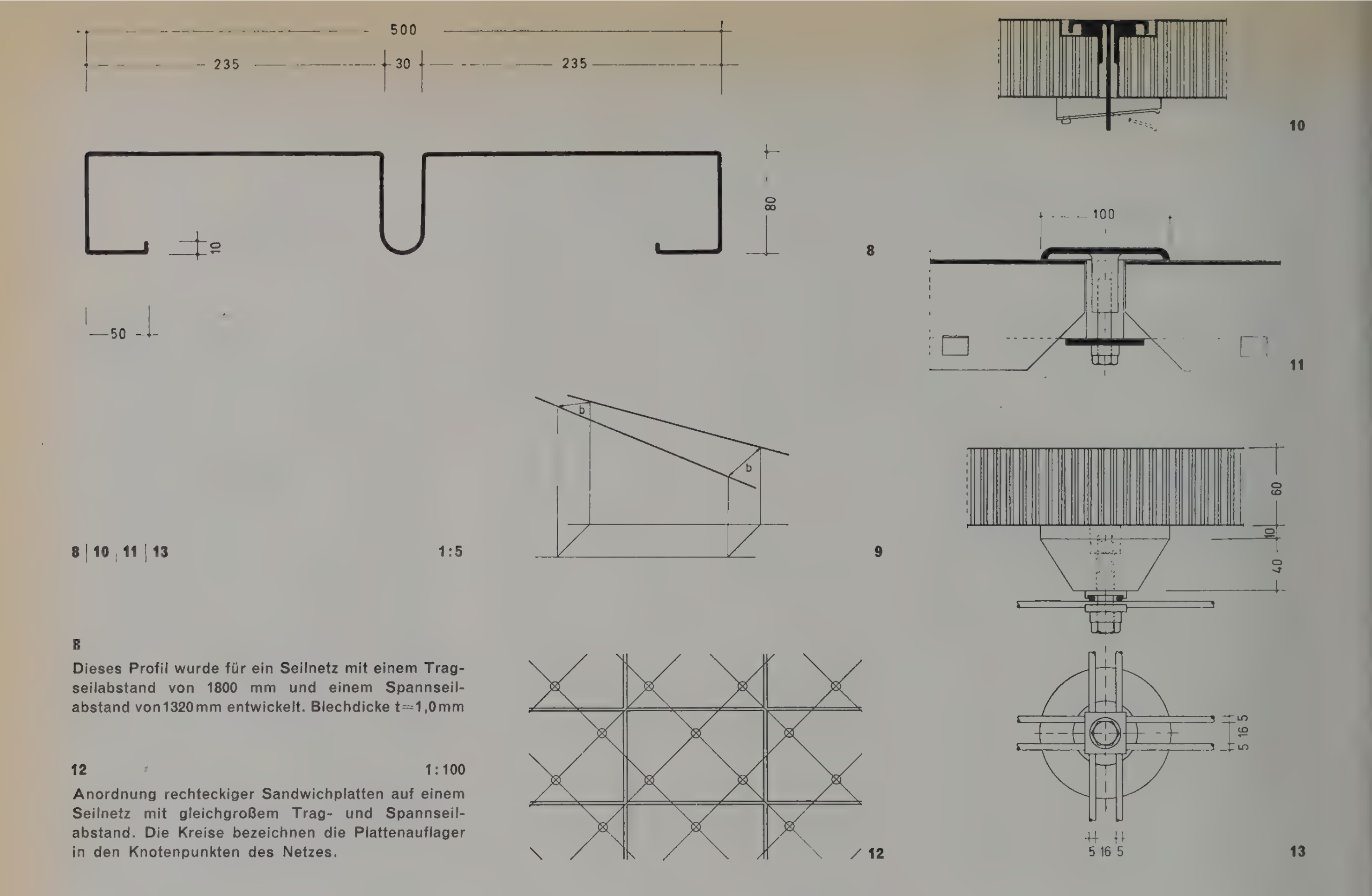
Es fehlt nicht an Ideen, den Spannprozeß radikal zu vereinfachen. Eine Möglichkeit, die am Tragsystem des Experimentalbaus erläutert werden soll, besteht im Absenken der Randträger (Abb. 7). Unter Berücksichtigung der elastischen Formänderungen infolge der Vorspannkräfte werden die genau abgelängten Seile spannungslos in die hochgeklappte Randkonstruktion (Zustand A) eingehängt. Danach erfolgt das Absenken der Randträger durch Drehen um die Achse 1—1 in den Zustand B, wodurch alle Seile gleichzeitig gespannt werden. Beim Absenken tritt eine planmäßige Verschiebung der Lager nach außen auf. Bei dieser Art des Vorspannens können im Vorspannungszustand Abweichungen auftreten, die einmal auf schwer erfaßbare Randträgerverformungen zurückzuführen sind. Zum anderen können Ungenauigkeiten beim Ablängen der Seile und bei der Fertigung der Randkonstruktion auftreten. Schließlich bringt dieses Spannprinzip einen erheblichen konstruktiven Aufwand mit sich, da die an den Widerlagerpunkten auftretenden Verschiebungen und Verdrehungen das Ausbilden komplizierter Gelenke erfordern. Die Gelenke sind aber zur Aufnahme der Kräfte aus den später auftretenden Lastfällen unerwünscht und werden geschlossen. Eine solche Art des Vorspannens kann nur für Ausstellungshallen Bedeutung haben, die an verschiedenen Orten jeweils für die Dauer einer Ausstellung errichtet werden. Bei der ersten Montage werden die Seile einzeln mit der festgelegten Kraft gespannt. Nachdem die Spannschlösser oder die Verschraubungen gegen Verstellen gesichert worden sind, um eine Veränderung der Seillängen auszuschließen, kann später bei jeder folgenden Montage die Vorspannung durch Absenken der Randkonstruktion in das Netz eingeleitet werden. Bei dem erwähnten Experimentalbau wurde auf den genannten konstruktiven Aufwand verzichtet, weil das bei vielen Netzwerken auch der Fall sein wird.



6



7



8 | 10 | 11 | 13 1:5

8

Dieses Profil wurde für ein Seilnetz mit einem Tragseilabstand von 1800 mm und einem Spannseilabstand von 1320 mm entwickelt. Blechdicke t=1,0 mm

12 1:100

Anordnung rechteckiger Sandwichplatten auf einem Seilnetz mit gleichgroßem Trag- und Spannseilabstand. Die Kreise bezeichnen die Plattenauflager in den Knotenpunkten des Netzes.

Dacheindeckungen

Besonders wichtig ist die Wahl einer geeigneten Dacheindeckung. Zu beachten ist dabei der Verwendungszweck des Bauwerkes. Handelt es sich um Sonnendächer oder überdachte Ausstellungsflächen, die nur wenige Wochen oder Monate genutzt und anschließend wieder abgebaut werden, so lassen sich Gewebe verwenden. Bereits seit längerer Zeit laufende Versuche mit Leinengeweben werden in absehbarer Zeit Aussagen über eine sinnvolle Anwendung gestatten.

Zum Abdecken ständiger Bauwerke sind Dachelemente zu verwenden, welche die Lasten durch Biegung auf das Seilnetz abtragen. Hat die Netzfläche die Form eines hyperbolischen Paraboloids, so lassen sich gradlinig begrenzte Dachelemente verwenden, wenn sie so verlegt werden, daß ihre Ränder die Richtung der gradlinigen Flächenerzeugenden haben. Ist ihr Drillwiderstand gering, so passen sie sich bei der Montage leicht der Netzfläche an. Haben sie dagegen eine große Drillsteifigkeit, so müssen sie bereits bei der Herstellung ihre verwundene Form erhalten.

Abbildung 8 zeigt einen möglichen Querschnitt für ein Leichtmetallelement mit geringer Drillsteifigkeit. Alle Teile können vorteilhafterweise die gleichen Abmessungen haben, jedoch ist zu beachten, daß die gradlinigen Erzeugenden eines hyperbolischen Paraboloids windschiefe Gerade sind, deren Abstand b veränderlich ist (Abb. 9). Die Breitendifferenz kann ohne Schwierigkeit in den Fugen oder mit der Mittelrippe ausgeglichen werden. Die Differenzen bewegen sich in erträglichen Grenzen, da es sich in der Regel um schwach gekrümmte Flächen handelt.

Die Leichtmetallprofile haben lediglich eine statische Aufgabe. Die Wärmedämmschicht wird aufgelegt. Darauf folgt die Außenhaut, die beispielsweise aus einer mit Bitumen getränkten Glasfasermatte mit aufgewalzter Leichtmetallfolie bestehen kann.

Eine andere Möglichkeit zum Abdecken eines Seilnetzes besteht darin, großflächige Sandwichplatten zu verwenden. Ihre Herstellung erfolgt auf verschiedenen Formkörpern, deren Anzahl um so geringer sein kann, je schwächer die Dachfläche gekrümmt ist.

Die Platten bestehen aus einem mit Phenolharz getränkten Papierwabenkern und Deckschichten aus Glasfaser-Polyester. Die Wärmedämmung kann durch Ausfüllen des Wabenkernes mit einem geeigneten Schaumstoff erreicht werden. Die dichtende Haut läßt sich ebenso wie für die Leichtmetallprofile herstellen. Soll die obere Deckschicht der Platten gleichzeitig als dichtende Schicht dienen, sind die Fugen zwischen den Platten besonders auszubilden. Außer der Notwendigkeit, absolut dichte Fugen zu erzielen, darf die konstruktive Durchbildung keinesfalls dazu beitragen, die Platten an der statischen Aufgabe des Netzes zu beteiligen. Eine mögliche Fugendichtung wird in Abbildung 10 gezeigt. Sie besteht aus einer Metallschiene, die in dauerplastischem Kitt verlegt wird. Ihre Befestigung erfolgt an der Plattenunterseite durch wechselseitiges Eindrücken der Keile von links nach rechts. Durch Abbiegen einer Lasche wird das Herausfallen dieser Keile verhindert. An den Plattenecken, an denen vier Fugen zusammenstoßen, erfolgt die Dichtung durch eine runde, ebenfalls in dauerplastischem Kitt verlegte Dichtungsscheibe, wie sie auf Abbildung 11 zu sehen ist.

Die Größe der Platten ist so zu wählen, daß jede von ihnen nur in drei Knotenpunkten des Netzes aufliegt. Die Auflagerkörper dienen außerdem zum Verklemmen der Seile in den Knotenpunkten. Abbildung 12 zeigt die Lage der Dachplatten auf dem Seilnetz in der Grundrißprojektion. Abbildung 13 stellt einen Auflagerpunkt der Platten dar.

Bauphysik für den Architekten

Neue Erkenntnisse im Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Friedrich Eichler

Auf dem Gebiet des Wärmeschutzes haben sich wichtige Änderungen ergeben. Der Architekt muß umlernen! Alte Begriffe wurden entwertet, neue gewinnen an Bedeutung. Bisher unbekannte Berechnungsmethoden sind anzuwenden, alte werden ungültig. Wodurch wird diese Entwicklung ausgelöst?

Die bisherige gesetzliche Grundlage des Wärmeschutzes im Bauwesen ist DIN 4108. Diese Norm ist längst überholungsbedürftig, sie verhindert Bauschäden im Wohnungsbau nicht, berücksichtigt gesellschaftliche Gebäude nur entfernt, Industriebauten gar nicht und enthält keine Regeln über die Beeinflussung des Feuchtigkeitszustandes oder über die Berechnung der Wasserdampfdiffusion. Dazu kommen noch weitere Gründe.

Anstatt aus Vollziegeln werden die Außenwände mehr und mehr aus Leichtbeton gebaut. Während die Außenwände alter Art noch 38 und 51 cm dick waren, ergeben sich Wanddicken von jetzt 29, 24 oder 22 cm. Angestrebt wird, die statisch entlasteten Außenwandteile noch dünner herzustellen.

Für diese neuen Bauweisen genügen die alten Berechnungsmethoden nicht mehr. Bisher wurde immer nur der Wärmedämmwert ($1/\Lambda$) ermittelt, indem die Dicke der Konstruktion durch den Wärmeleitwert geteilt wurde ($d:\lambda$). Das wird künftig nicht mehr genügen! Neue Berechnungsmethoden können jetzt endlich mitgeteilt werden. Wo kommen sie her?

Seit Jahren beschäftigen sich bekannte Physiker mit der Frage, wie sich eine Konstruktion verhält, die nicht einem konstanten Wärmefluß, sondern einer ungleichmäßig arbeitenden Wärmequelle ausgesetzt ist. Hierdurch entstehen Erwärmungs- und Abkühlungsvorgänge, für die nicht mehr der Wärmedämmwert das entscheidende Kriterium darstellt.

Der instationäre Wärmedurchgang wurde bisher als gegeben angesehen, wenn die Heizquelle aussetzte, und es wurde der Abkühlungsprozeß untersucht, der als Folge der Heizungsunterbrechung auftrat. Es ist nun bekannt, daß sich Konstruktionen mit demselben Wärmedämmwert bei Erwärmungs- und Abkühlungsvorgängen ganz verschiedenartig verhalten können, was von der Wärmespeicherfähigkeit der Konstruktionen abhängt.

Zur Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit gibt es verschiedene Verfahren. Keines dieser Verfahren hat sich in der Baupraxis durchgesetzt; sie sind sehr umständlich, ihre Resultate gelten nicht als unbedingt richtig. Dennoch wurden dabei wertvolle Berechnungsformeln geschaffen, die auch jetzt noch in allen Ländern angewandt werden. Einen großen Anteil an dieser Arbeit haben deutsche, englische und österreichische Physiker.

Während die Berechnungsmethoden von Bruckmayer, Hofbauer, Cube und so weiter — von den Krischerschen Abkühlungsformeln ausgehend — einander sehr ähneln, haben sowjetische Forscher ihre Überlegungen auf anderen Grundlagen aufgebaut. Die Arbeiten von Fokin und Sklover wurden von ungarischen, polnischen und tschechoslowakischen Physikern weiterentwickelt, wobei sich neuartige, verständliche Berechnungsverfahren für instationäre Wärmedurchgänge ergaben.

Heute ist nicht nur der einer Heizungsunterbrechung folgende Abkühlungs- oder Erwärmungsprozeß als instationärer Wärmezustand zu betrachten, sondern es sind vor allem die Erwärmungs- und Abkühlungsvorgänge zu beachten, die in allen Außenbauteilen durch Temperaturschwankungen der Außenluft im Winter und im Sommer verursacht werden. Ihnen gegenüber wird von jeder Außenkonstruktion ein bestimmtes Wärmebeharrungsvermögen gefordert, damit nicht Häuser mit dem bekannten „Barackenklima" entstehen. Natürlich gelten diese Forderungen nur für Gebäude, die Räume zum ständigen Aufenthalt von Menschen enthalten.

Internationale Zusammenarbeit

Auf wissenschaftlich-technischem Gebiet wurde eine höhere Entwicklungsstufe erreicht. Verschiedenartige Begriffe, Bezeichnungen und Verfahren, die sich in den einzelnen Ländern ergeben hatten, konnten aufeinander abgestimmt werden.

In Kürze wird der von den sozialistischen Ländern erarbeitete „Standard über physikalische Grundlagen des Wärmeschutzes im Bauwesen" fertiggestellt sein. Er wurde von der Deutschen Demokratischen Republik federführend aufgestellt, wichtige neue Begriffe und Verfahren des Standards stammen jedoch aus den befreundeten Ländern. Besonders Arbeiten des jungen Physikers Jaroslav Rehánek, Prag, haben dazu beigetragen, für die Praxis brauchbare Berechnungsmethoden zu entwickeln.

Berechnungsmethoden

Künftig wird jeder Außenbauteil von Gebäuden mit Anspruch auf höheren Wärmeschutz auf Wärmedämmfähigkeit, Wärmebeharrungsvermögen, Feuchtigkeitszustand und Luftdurchlaßwiderstand untersucht werden müssen. Die Ermittlung des Wärmedämmwertes ist der einzige Rechenvorgang, der den bisher bekannten einigermaßen entspricht.

Neu ist der Nachweis des Wärmebeharrungsvermögens, der für drei verschiedene Belastungsfälle geführt wird. Die Berechnung des Feuchtigkeitszustandes dient der Kontrolle des dampftechnischen Schichtaufbaus. Der Luftdurchlaßwiderstand wird für Leichtkonstruktionen, die luftdurchlässig sein können, aber auch für Fugen zwischen Großblöcken und Platten mit Hilfe einfacher empirischer Formeln nachgewiesen.

Wir wollen uns hier mit der eigentlichen wärmetechnischen Dimensionierung beschäftigen, die aus dem Nachweis der Wärmedämmfähigkeit (für kontinuierliche Wärmeeinwirkungen) und des Wärmebeharrungsvermögens (für periodische Wärmeeinflüsse) besteht. Es sind für jede Außenkonstruktion zu berechnen:

1. Der Wärmedurchgangswiderstand $1/k$ oder der Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ für stationären Wärmedurchgang. Diese Werte müssen zunächst den Mindestdämmwerten entsprechen, die in dem betreffenden Klima für das geplante Gebäude gefordert werden. Sie gelten jedoch nur dann als ausreichend, wenn der Nachweis des Wärmebeharrungsvermögens keine Erhöhung bedingt;

2. das Wärmebeharrungsvermögen gegenüber den Temperaturschwankungen der Außenluft bei starkem Frost (instationärer Wärmedurchgang);

3. das Wärmebeharrungsvermögen gegenüber Temperaturschwankungen der Außenluft im Sommer unter Berücksichtigung der periodischen Strahlungseinwirkungen der Sonne;

4. die innere Oberflächentemperatur nach einer bestimmten Abkühlungszeit. Dieses Verfahren kommt nur bei Heizungssystemen in Betracht, die mit Unterbrechung arbeiten, also für Gebäude mit Ofenheizung. Auch diese Berechnung kann als Nachweis des Wärmebeharrungsvermögens angesehen werden.

Die vorstehenden Berechnungsgänge ergeben einen bestimmten erforderlichen Dämmwert $1/\Lambda$. Der höchste Wert ist maßgebend.

Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes

Zunächst wird der erforderliche Wärmedurchgangswiderstand $1/k$ ermittelt, der von der rechnerischen Wintertemperatur, der Innentemperatur sowie der Art und Benutzung des Gebäudes abhängig ist. Dazu wird die Annäherungsformel 1 benutzt, die im Wohnungsbau, bei gesellschaftlichen Bauten und auch im Industriebau Gültigkeit hat.

$$1/k_f \geqq 1/\alpha_i \cdot \frac{t_i - t_e}{t_i - \vartheta_i} \ (\mathrm{m^2h\ grd/kcal}) \qquad (1)$$

Dabei bedeuten:

$1/\alpha_i$ Wärmeübergangswiderstand innen, anzunehmen nach Tabelle 1 (Seite 323);

t_i rechnerische Temperatur der Innenluft, zum Beispiel 20 °C;

t_e rechnerische Temperatur der Außenluft im Winter, in den Ebenen der Deutschen Demokratischen Republik meistens — 15 °C;

ϑ_i innere Oberflächentemperatur der Konstruktion.

Die Differenz $t_i - \vartheta_i$, die das Wärmegefälle zwischen der Raumluft und der inneren Oberfläche des Außenbauteiles angibt, ist genormt und wird nach Tabelle 2 (Seite 409) bestimmt. Alle Länder pflegen dabei ϑ_i so festzulegen, daß die Oberflächentemperatur um 1 bis 2 grd über der Taupunkttemperatur der Raumluft liegt.

Soll Tauwasserbildung bei höherer relativer Luftfeuchte noch gerade vermieden werden, gilt Gleichung 2.

$$1/k_f \geqq 1/\alpha_i \cdot \frac{t_i - t_e}{t_i - t_s} \ (\mathrm{m^2h\ grd/kcal}) \qquad (2)$$

t_s ist die Taupunkttemperatur der Innenluft.

Für die Außenwand eines Wohngebäudes etwa in Berlin lautet die Gleichung:

$$1/k_f = 0{,}15 \cdot \frac{20 - -15}{6{,}5} \approx 0{,}80 \text{ m}^2\text{h grd/kcal}.$$

Der erforderliche Wärmedämmwert $1/\Lambda$ beträgt dann

$$1/\Lambda = 0{,}80 - (0{,}15 + 0{,}05) = 0{,}60 \text{ m}^2\text{h grd/kcal}.$$

Damit ist der Mindestdämmwert der Außenwand für den Wohnungsbau in den Ebenen der Deutschen Demokratischen Republik nach internationalen Vereinbarungen gegeben. Zu erwähnen ist noch, daß ein Zonenstreifen entlang der Oder mit rechnerischen Wintertemperaturen von voraussichtlich —20 °C berechnet werden wird.

Wählt der Projektant einen Stoff, zum Beispiel Leichtbeton, mit der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0{,}40$ kcal/m h grd, so erhält er die notwendige Dicke des Stoffes nach Gleichung 3.

$$d_f = 1/\Lambda \cdot \lambda \text{ (m)} \tag{3}$$

In unserem Beispiel ist

$$d = 0{,}60 \cdot 0{,}40 = 0{,}24 \text{ m} = 240 \text{ mm}.$$

Der gegebene Wärmedurchlaßwiderstand der geplanten Konstruktion wird wie bisher nach Gleichung 4 berechnet.

$$1/\Lambda = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \ldots\ldots + \frac{d_n}{\lambda_n} \text{ (m}^2\text{h grd/kcal)} \tag{4}$$

Neu ist bei diesem Verfahren, daß auch für Industrieobjekte, sogar für Kesselhäuser und so weiter, der erforderliche Dämmwert ermittelt werden kann. Außerdem ergibt sich, daß der Mindestdämmwert von Außenwänden und Dachdecken für Bürogebäude, Schulen und ähnliche Gebäude geringer ist als der für Wohngebäude, Krankenhäuser, Heime, Kinderkrippen und so weiter.

Nochmals ist zu betonen, daß der so errechnete Mindestwert nur gilt, wenn der Nachweis des Wärmebeharrungsvermögens keinen höheren Wert ergibt. Letzteres kann bei einer Leichtbetonwand mit geringer Dichte (unter 1400 kg/m³) durchaus der Fall sein.

Begriffe des Wärmebeharrungsvermögens

Für instationäre Wärmedurchgänge ist neben der Wärmeleitfähigkeit (λ) die Dichte des Stoffes (ϱ) und die spezifische Wärme (c) maßgebend. Rehánek (1) setzt deshalb das Produkt $\lambda \cdot \varrho \cdot c$ als Bewertungsgröße ein. In den befreundeten Ländern wird außerdem häufig mit dem aus diesem Produkt abgeleiteten Wärmespeicherfaktor s_{24} gearbeitet, der jetzt auch bei uns eingeführt wurde. Er bezeichnet die Wärmeanreicherungsfähigkeit eines Stoffes für eine Periode von 24 Stunden und errechnet sich aus dem Produkt $0{,}51 \sqrt{\lambda \cdot \varrho \cdot c}$. Zu beachten ist dabei, daß alle diese Werte (λ, ϱ, c, s_{24}) reine Stoffdaten darstellen und für jeden Stoff tabellenmäßig angegeben werden können. Die Dicke des Stoffes oder sein Wärmedämmwert kommen in diesen Größen nicht zum Ausdruck.

Bildet man das Produkt aus Wärmedurchlaßwiderstand ($1/\Lambda$) und Wärmespeicherfaktor (s_{24}), so erhält man den Wärmeträgheitswert der Konstruktion, bezeichnet mit D. Es ist also $D = 1/\Lambda \cdot s_{24}$. Bei mehrschichtigen Bauteilen werden die Wärmeträgheitswerte der einzelnen Schichten addiert.

Mit dem Kennwert D sind die Dicke und der Dämmwert der Konstruktion festgesetzt.

In einigen Ländern wird das Wärmebeharrungsvermögen einer Außenwand oder Dachdecke gegenüber periodischen Wärmeeinwirkungen nach dem Trägheitswert D beurteilt, sogar heute noch. Das ist jedoch unrichtig. Egyedy und Barcz, Budapest, haben das deutlich nachgewiesen (2,3). Tatsächlich können Schichten mit demselben Trägheitswert D ein sehr verschiedenartiges Wärmebeharrungsvermögen haben. Auch ein Blick im voraus auf Abbildung 3 (Seite 410) zeigt deutlich, daß der Wärmeträgheitswert allein keine eindeutige Aussage macht.

Eine Aufzeichnung des Temperaturverlaufes eines kalten Tages in unserem Gebiet ergibt nach Abbildung 2 (Seite 409) eine Kurvenschar mit einer Amplitude von 6 grd und einer Periodenlänge von 24 Stunden (τ_0). Maßgebend ist nun die Fähigkeit der Konstruktion, die Temperaturamplituden so stark zu dämpfen, daß sie auf der Innenseite entweder gar nicht oder nur in einer genormten, höchstzulässigen Größe auftreten. Auf der inneren Oberfläche des Bauteils entstehen dann Temperaturamplituden mit derselben Wellenlänge, aber mit geringerer Amplitude und zeitlicher Phasenverschiebung. Das Verhältnis der Amplitude außen (A_e) zu der auf der inneren Oberfläche entstehenden Amplitude (A_i) ergibt die Dämpfungsfähigkeit der Konstruktion als Charakteristikum ihres Wärmebeharrungsvermögens. Dieser Dämpfungsfaktor hat das Kurzzeichen ν erhalten. Es ist also

$$\nu = A_e/A_i. \tag{5}$$

Die erforderliche Dämpfungsfähigkeit (ν_f) wird entsprechend den klimatischen Verhältnissen getrennt für den Winter- und den Sommerzustand festgesetzt.

Es wird von der Bedingung ausgegangen, daß der Temperaturausschlag auf der Innenseite der Konstruktion infolge der äußeren periodischen Wärmeeinwirkungen nicht mehr als 1,2 grd betragen darf (einige Länder verlangen, daß die Amplituden auf den Betrag Null gedämpft werden). Die zulässige Amplitude innen ist also mit 0,6 grd festgelegt. Im Winter beträgt die tägliche äußere Temperaturamplitude zu Zeiten starken Frostes, der fast immer von Sonnenschein begleitet ist, 6,0 grd. Damit ergibt sich für den Winterzustand der erforderliche Mindestdämpfungswert

$$\nu_f = 6{,}0 : 0{,}6 = 10.$$

Im Sommer haben wir es mit größeren Temperaturamplituden zu tun, die durch die Wirkung der Sonnenstrahlung noch verstärkt werden. In den sozialistischen Ländern wurden deshalb nach sowjetischen Vorschlägen entsprechend den rechnerischen Sommertemperaturen bestimmte Mindestdämpfungswerte festgelegt. Für unser Klima mit einer rechnerischen Sommertemperatur von 27 bis 28 °C bedeutet das, daß wir für Außenwände einen Dämpfungswert = 15, für Warmdächer sogar den Wert = 25 fordern müssen. Die Tabelle 3 (Seite 409) gibt eine Übersicht über die in der Deutschen Demokratischen Republik geforderten ν-Werte.

Damit sind die Forderungen gestellt. Wie weist nun der Entwurfsverfasser den ν-Wert der geplanten Konstruktion nach?

Für einschichtige Konstruktionen ist dies einfach. Es gelten dabei geputzte Ziegelwände oder Betonblöcke als einschichtig. Der Projektant ermittelt zunächst den Wert s_{24} des Baustoffes, entweder aus der Tabelle oder aus dem Produkt $0{,}51 \sqrt{\lambda \cdot \varrho \cdot c}$. In Abhängigkeit von diesem Wert wählt er dann entweder nach Abbildung 1 (Seite 409) oder nach Tabelle 4 (Seite 409) den erforderlichen Mindestdämmwert $1/\Lambda$. Er beachtet dabei, welchen Dämpfungswert der Bauteil erhalten muß. Zur Kontrolle kann auch der Wärmeträgheitswert D ($D = 1/\Lambda \cdot s_{24}$) ermittelt und aus dem Nomogramm (Abb. 3) oder der Tabelle 5 (Seite 410) abgelesen werden, welchen Dämpfungswert die geplante Konstruktion hat. Außerdem kann eine nach Sklover abgewandelte Formel, die eigentlich für mehrschichtige Bauteile entwickelt wurde, angewandt werden:

$$\nu = 0{,}9 \cdot e^x \cdot \frac{(\alpha_i + s)\ (\alpha_e + s)}{2 \cdot s \cdot \alpha_e} \tag{6}$$

Dabei bedeuten:

- e^x natürlicher Logarithmus e mit dem Exponenten x, $x = D : \sqrt{2}$. Wenn D ermittelt ist, kann das Resultat aus der Tabelle 6 (Seite 410) abgelesen werden, die verkürzt wiedergegeben wurde;
- α_i Wärmeübergangswert innen, zum Beispiel 7,0 kcal/m²h grd;
- α_e Wärmeübergangswert außen, zum Beispiel 20 kcal/m²h grd;
- s ist abgekürzt für s_{24}.

Wir haben also drei Berechnungsgänge:

1. Der erforderliche Mindestdämmwert $1/\Lambda$ wird in Abhängigkeit von s_{24} aus der Tabelle 4 oder der Abbildung 1 abgelesen. Für die Praxis ist damit die Berechnung schon beendet.
2. Zur Kontrolle kann der ν-Wert der Konstruktion aus dem Nomogramm (Abb. 1) oder aus der Tabelle 5 abgelesen werden.
3. Der gegebene Dämpfungswert kann auch angenähert analytisch nach Gleichung 6 ermittelt werden.

Für mehrschichtige Bauteile ist ein besonderer Berechnungsvorgang erforderlich, der die Schichtenfolge berücksichtigt. Ein Beispiel dafür wird am Schluß angeführt.

Durch den Nachweis des gegebenen ν-Wertes wird das ausreichende Wärmebeharrungsvermögen der Konstruktion gesichert. Der wärmetechnische Berechnungsvorgang ist damit abgeschlossen, sofern es sich um Bauteile von Gebäuden mit kontinuierlicher Beheizung handelt.

In Gebäuden mit Ofenheizung oder anderen Heizsystemen, die mit Unterbrechung arbeiten, ist noch der folgende Berechnungsgang zu machen.

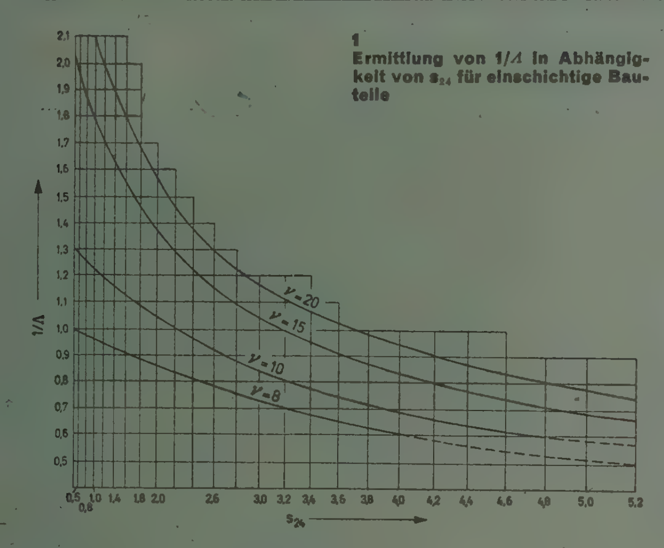
Nachweis der relativen Oberflächentemperatur

Setzt im Raum die Wärmequelle aus, so kühlen die Luft und die Bauteile allmählich ab. Dabei ist besonders das Bauglied gefährdet, das mit der kalten Außenluft in Berührung steht. Seine innere Oberflächentemperatur soll nach Beendigung der Heizpause den Nullpunkt nicht unterschreiten.

Tabelle 1
Wärmeübergangswerte und Wärmeübergangs-Widerstandswerte

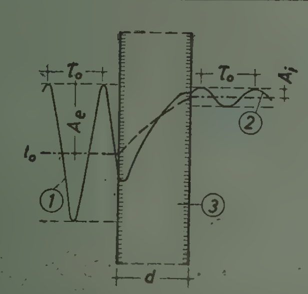
Gebäude / Raum	α kcal / m²h grd	$1/\alpha$ m²h grd / kcal
Innere Oberflächen in geheizten Räumen		
a) Wohnungs-, Krankenhausbau		
Wandflächen	6,7	0,15
Decken, Wärmestrom ↑	6,7	0,15
Decken, Wärmestrom ↓	5,0	0,20
b) Büro-, Verwaltungsbauten, gesellschaftliche Gebäude		
Wandflächen	7,0	0,14
Decken, Wärmestrom ↑	7,0	0,14
Decken, Wärmestrom ↓	5,0	0,20
c) Großräume, Säle, Theater Oberflächen in Räumen mit künstlicher Lüftung	7,5	0,133
d) Industriegebäude		
Werkhallen	8,5	0,12
Hallen mit guter Lüftung	10	0,10
Oberflächen in kalten Neben-, Keller- oder Dachräumen	10	0,10
Oberflächen im Freien, Außenflächen	20	0,05

α = Wärmeübergang $1/\alpha$ = Wärmeübergangswiderstand



1
Ermittlung von $1/\Lambda$ in Abhängigkeit von s_{24} für einschichtige Bauteile

$1/\Lambda$ = Erforderlicher Wärmedämmwert
s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h
ν = Dämpfungsfaktor der Temperaturamplituden außen und innen



2
Temperaturamplituden außen und innen an einem kalten Wintertag

τ_0 = Periode von 24 h (Wellenlänge)
t_0 = Amplitudenachse
A_e = Temperaturamplitude der Außenluft
A_i = Temperaturamplitude der Raumluft innen
ϑ_i = Stofftemperatur

1 Temperaturkurve der Außenluft
2 Temperaturkurve ϑ_i
3 Bauglied

Tabelle 2 Temperaturdifferenz $t_i - \vartheta_i$

Gebäude / Raum	Außenwände grd	Dachdecken grd
Wohnräume, Krankenzimmer, Räume mit hohen sanitären Aufgaben	6,5	4,5
Räume in gesellschaftlichen Bauten, Büroräume, Schulen, Theater	7,0	5,0
Räume in Industrieanlagen		
Trockenräume, φ_i unter 50 %	10	8
Normalfeuchte Räume, φ_i = 50 bis 60 %	8	7
Feuchte Räume, φ_i = 61 bis 75 %	7	$t_i - t_s$
Nasse Räume, φ_i = über 75 %	6,5	$t_i - t_s$
Überwärmte Betriebe, Kesselhäuser, Brikettfabriken φ_i = unter 50 %	14	12
Räume, in denen Tauwasserbildung grundsätzlich unzulässig ist	$t_i - t_s$	$t_i - t_s$
Fußböden auf Kellerdecken (Wohnungsbau)		3,0—3,5
Fußböden in nicht unterkellerten Räumen (Wohnungs-, Verwaltungsbau)		3,0—3,5
Decken über Durchfahrten (Wohnungsbau)		3,5
Fußböden in gewerblichen Betrieben		
keine hygienischen Forderungen		—
mit körperlicher Arbeit		7,0
mit festen Sitzplätzen		3,0

t_i = Lufttemperatur innen t_s = Taupunkttemperatur
ϑ_i = Oberflächentemperatur innen φ_i = Relative Luftfeuchtigkeit

Tabelle 3 Mindest-Dämpfungswerte ν

Konstruktion	Mindestwert ν
Außenwände des Wohnungsbaus und gesellschaftlicher Gebäude für Räume zum ständigen Aufenthalt des Menschen	
Winterzustand	10
Sommerzustand	15
mit hinterlüfteter Bekleidung	12
Einschalige Dachdecken (Warmdächer) über Wohnräumen oder Räumen zum ständigen Aufenthalt von Menschen	25
Zweischalige Dachdecken (Unterschalen von Kaltdächern) wie zuvor	15

ν = Dämpfungsfaktor der Temperaturamplituden außen und innen

Tabelle 4 Mindestdämmwerte $1/\Lambda$ in Abhängigkeit von s_{24} für einschichtige Außenbaut. (m²h grd/kcal)

s_{24}	ν 8	10	15	20	s_{24}	ν 8	10	15	20
0,6	0,99	1,28	1,96	2,36	2,6	0,78	0,92	1,16	1,30
0,7	0,98	1,27	1,92	2,31	2,7	0,76	0,90	1,13	1,26
0,8	0,97	1,26	1,88	2,26	2,8	0,75	0,88	1,10	1,22
0,9	0,96	1,25	1,84	2,20	2,9	0,74	0,86	1,07	1,18
1,0	0,95	1,23	1,80	2,14	3,0	0,73	0,84	1,04	1,15
1,1	0,94	1,21	1,76	2,08	3,1	0,71	0,82	1,00	1,12
1,2	0,93	1,20	1,72	2,02	3,2	0,69	0,80	0,98	1,09
1,3	0,92	1,18	1,68	1,96	3,3	0,68	0,79	0,96	1,07
1,4	0,91	1,17	1,64	1,90	3,4	0,67	0,77	0,94	1,05
1,5	0,90	1,15	1,60	1,84	3,5	0,66	0,75	0,92	1,03
1,6	0,89	1,13	1,55	1,78	3,6	0,65	0,73	0,90	1,01
1,7	0,88	1,11	1,50	1,73	3,7	0,64	0,72	0,88	1,00
1,8	0,87	1,09	1 45	1,68	3,8	0,63	0,71	0,86	0,98
1,9	0,86	1,07	1,40	1,63	3,9	0,62	0,69	0,84	0,96
2,0	0,85	1,05	1,36	1,58	4,0	0,60	0,68	0,82	0,94
2,1	0,84	1,03	1,32	1,53	4,2	0,57	0,66	0,80	0,90
2,2	0,83	1,00	1,29	1,48	4,4	0,53	0,64	0,77	0,86
2,3	0,82	0,98	1,26	1,43	4,6	0,50	0,62	0,73	0,82
2,4	0,80	0,96	1,23	1,38	4,8	—	0,59	0,70	0,79
2,5	0,79	0,94	1,20	1,34	5,0	—	0,57	0,68	0,76

$1/\Lambda$ = Erforderlicher Wärmedämmwert
s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h
ν = Temperaturamplituden-Dämpfungsfaktor

Bauphysik für den Architekten

Neue Berechnungsgrundlagen für kontinuierliche und periodische Wärmeeinwirkungen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Friedrich Eichler

7

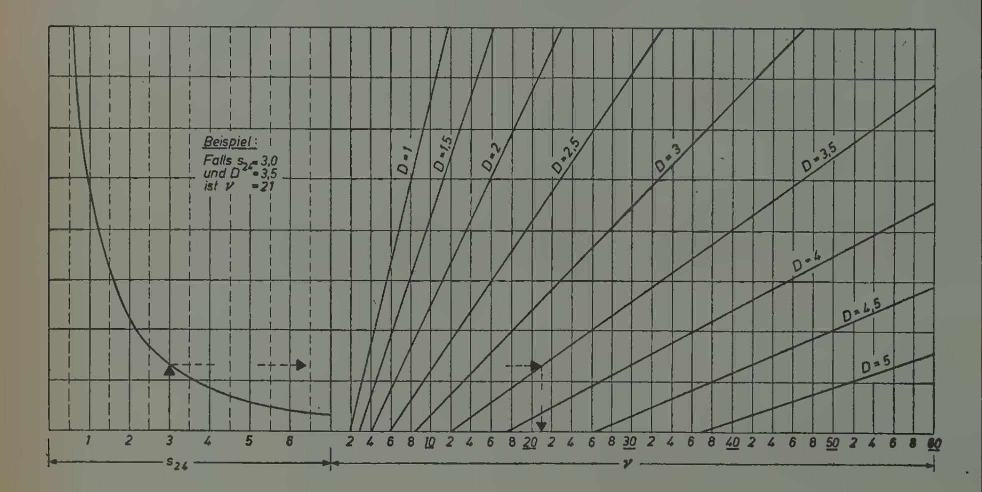
Deutsche Architektur
Berlin, Juli 1962, Seite 409
Technisch-wissenschaftliche Grundlagen
KB: 282.3 ▪ 667.1
DK: 536.24 ▪ 699.866
Blatt 17

Tabelle 5 ν-Werte in Abhängigkeit von s_{24} und D

s_{24}	D 0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0,6	9,1	10,4	12,1	13,8	16,0	18,4	20,6	24,3	28,2	33,0	37,0	43,0	49,0	57,0	67,0	77,0	87,0					
0,8	7,0	8,1	9,4	10,6	12,4	14,2	16,0	18,8	22,0	25,5	29,0	34,0	38,0	44,0	52,0	60,0	68,0					
1,0	5,9	6,7	7,8	8,9	10,4	11,9	13,3	15,6	18,2	21,4	24,0	28,0	32,0	37,0	43,0	49,0	56,0	66,0	93,0			
1,1	5,5	6,2	7,3	8,3	9,7	11,1	12,4	14,5	16,9	19,8	22,3	26,0	30,0	34,0	40,0	45,0	52,0	56,0	86,0			
1,2	5,0	5,8	6,7	7,6	8,9	10,2	11,4	13,4	15,6	18,2	20,6	24,0	27,0	31,0	37,0	42,0	48,0	47,0	80,0			
1,3	4,7	5,3	6,3	7,1	8,3	9,5	10,6	12,4	14,4	17,0	19,0	22,0	25,5	29,5	34,0	39,0	45,0	53,0	74,0	100		
1,4	4,4	5,1	5,8	6,6	7,8	9,0	10,0	11,8	13,6	16,0	18,0	21,0	24,0	27,0	32,0	37,0	42,0	50,0	70,0	94		
1,5	4,2	4,9	5,6	6,4	7,5	8,7	9,6	11,3	13,1	15,5	17,4	20,6	23,0	26,0	31,0	35,0	40,0	48 0	67,0			
1,6	4,1	4,7	5,4	6,2	7,2	8,4	9,3	10,8	12,7	14 9	16,7	19,7	22,0	25,0	30,0	34,0	39,0	46,0	65,0	87		
1,7	3,8	4,5	5,1	5,8	6,8	7,9	8,7	10,2	12,1	14,0	15,9	18,5	21,0	24,0	29,0	32,0	37,0	43,0	61,0	82		
1,8	3,6	4,2	4,9	5,6	6,5	7,4	8,2	9,7	11,4	13,2	15,0	17,3	20,0	23,0	27,0	31,0	35,0	41,0	58,0	78		
1,9	3,5	4,0	4,7	5,4	6,3	7,1	7,9	9,4	11,0	12,8	14,5	16,7	19,0	21,0	26,0	30,0	34,0	39,0	56,0	75		
2,0	3,4	3,9	4,5	5,2	6,1	6,9	7,7	9,1	10,6	12,4	14,0	16,2	18,7	21,4	25,0	29,0	33,0	38,0	54,0	73		
2,1	3,3	3,8	4,4	5,0	5,9	6,7	7,5	8,8	10,3	12,1	13,6	15,8	18,2	20,9	24,5	28,0	32,0	37,0	52,0	71		
2,2	3,25	3,7	4,3	4,9	5,7	6,5	7,3	8,6	10,0	11,8	13,2	15,4	17,7	20,4	24,0	27,0	31,0	36,0	51,0	69		
2,3	3,1	3,6	4,2	4,7	5,6	6,3	7,1	8,3	9,7	11,4	12,8	14,9	17,1	19,7	23,0	26,0	30,0	35,0	50,0	67		
2,4	3,0	3,5	4,0	4,6	5,5	6,1	6,9	8,1	9,4	11,0	12,4	14,5	16,5	19,0	22,5	25,0	29,0	34,0	48,0	65	96	
2,5	2,9	3,4	3,95	4,5	5,4	6,0	6,7	7,9	9,2	10,7	12,1	14,1	16,1	18,6	22,0	24,8	28,5	33,0	47,0	64	94	
2,6	2,9	3,3	3,9	4,4	5,3	5,9	6,6	7,7	9,0	10,5	11,8	13,8	15,8	18,2	21,4	24,5	28,0	32,6	46,0	62	92	
2,7	2,82	3,2	3,8	4,3	5,2	5,8	6,4	7,5	8,8	10,2	11,5	13,5	15,4	18,0	20,9	24,0	27,1	31,8	45,0	60	90	
2,8	2,75	3,15	3,7	4,2	4,9	5,7	6,3	7,4	8,6	10,0	11,3	13,2	15,0	17,4	20,5	23,5	26,6	31,0	44,0	59	88	
2,9	2,7	3,1	3,6	4,1	4,8	5,5	6,1	7,2	8,4	9,8	11,0	13,0	14,6	16,8	20,1	23,0	26,1	30,5	43,0	58	86	
3,0	2,65	3,05	3,5	4	4,7	5,4	6,0	7,0	8,2	9,6	10,8	12,8	14,4	16,4	19,7	22,5	25,6	30,0	42,0	57	84	
3,2	2,6	2,9	3,4	3,8	4,5	5,2	5,8	6,7	7,9	9,3	10,4	12,2	13,9	15,9	18,9	21,7	24,7	29,0	40,0	55	80	
3,4	2,5	2,8	3,3	3,7	4,4	5,0	5,6	6,5	7,7	9,0	10,1	11,8	13,4	15,4	18,2	21,0	24,0	28,0	39,0	53	78	
3,6	2,42	2,73	3,2	3,62	4,27	4,87	5,44	6,34	7,5	8,7	9,8	11,5	13,0	15,1	17,9	20,5	23,0	27,2	38,0	51	76	
3,8	2,34	2,68	3,1	3,55	4,15	4,75	5,3	6,2	7,3	8,5	9,5	11,2	12,7	14,8	17,5	20,0	22,5	26,5	37,0	50	74	
4,0	2,3	2,6	3,05	3,45	4,05	4,6	5,2	6,0	7,1	8,3	9,3	10,9	12,4	14,3	17,0	19,0	22,0	26,0	36,0	49	72	
4,5	2,15	2,5	2,85	3,25	3,8	4,4	4,9	5,7	6,7	7,9	8,8	10,3	11,7	13,5	16,0	18,0	20,5	24,5	34,0	46	68	
5,0	2,1	2,4	2,75	3,1	3,7	4,25	4,7	5,5	6,5	7,5	8,5	10,0	11,3	13,0	15,4	17,5	20,0	23,5	33,0	45	66	98
5,5	2,03	2,3	2,67	3,04	3,6	4,1	4,5	5,3	6,3	7,3	8,2	9,6	11,0	12,6	14,8	17,0	19,2	22,5	32,0	43	64	95
6,0	1,96	2,2	2,6	3,0	3,45	4	4,4	5,2	6,1	7,1	8,0	9,3	10,7	12.3	14,7	16,5	18,8	22,0	31,5	42	62	92
8,0	1,8	2,1	2,4	2,8	3 2	3,7	4,2	5,0	5,7	6,6	7,4	8,7	9,9	11,4	13,4	15,3	18,0	21,0	30,0	40	58	85
10,0	1,73	2,0	2,3	2,65	3,1	3,5	4,0	4,6	5,4	6,3	7,1	8,3	9,5	10,9	13,0	14,7	17,0	20,0	28,0	37	55	82

ν = Dämpfungsfaktor der Temperaturamplituden außen und innen
D = Wärmeträgheitswert ($1/\Lambda \cdot s_{24}$)
s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h

3
Ermittlung des ν-Wertes für einschichtige Bauteile in Abhängigkeit von s_{24} und D



s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h
D = Wärmeträgheitswert ($1/\Lambda \cdot s_{24}$)
ν = Dämpfungsfaktor der Temperaturamplituden außen und innen

Tabelle 6 Ermittlung des Faktors $e^x \cdot (x = D : \sqrt{2})$ in Abhängigkeit von ΣD

ΣD	e^x	ΣD	e^x
0,6	1,52	2,80	7,28
0,7	1,64	2,85	7,53
0,8	1,76	2,90	7,82
0,9	1,88	2,95	8,12
1,0	2,03	3,00	8,40
1,1	2,18	3,05	8,70
1,2	2,34	3,10	9,02
1,3	2,51	3,15	9,29
1,4	2,69	3,20	9,65
1,5	2,89	3,25	9,97
1,6	3,10	3,30	10,3[illegible]
1,7	3,32	3,35	10,70
1,8	3,56	3,40	11,06
1,9	3,84	3,45	11,40
2,0	4,10	3,50	11,83
2,05	4,25	3,6	12,80
2,10	4,41	3,7	13,74
2,15	4,57	3,8	14,77
2,20	4,72	3,9	15,[illegible]
2,25	4,91	4,0	16,89
2,30	5,10	4,1	18,17
2,35	5,27	4,2	19,45
2,40	5,42	4,3	20,65
2,45	5,62	4,4	21,95
2,50	5,86	4,5	24,35
2,55	6,08	4,6	25,90
2,60	6,28	4,7	28,00
2,65	6,53	4,8	29,95
2,70	6,78	4,9	32,10
2,75	7,03	5,0	34,20

e = Natürlicher Logarithmus
D = Wärmeträgheitswert ($1/\Lambda \cdot s_{24}$)
ΣD = Summe der Wärmeträgheitswerte

Bauphysik für den Architekten

Neue Berechnungsgrundlagen für kontinuierliche und periodische Wärmeeinwirkungen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Friedrich Eichler

Tabelle 7 Ermittlung des Mindestdämmwertes 1/Λ für einschichtige Außenbauteile in Abhängigkeit von t_e und s_{24} für Gebäude mit unterbrochener Heizung

s_{24}	−15 °C	−20 °C	s_{24}	−15 °C	−20 °C	s_{24}	−15 °C	−20 °C
0,5	5,85	7,30	1,8	1,74	2,08	3,2	0,96	1,16
0,6	4,95	6,25	1,9	1,65	1,98	3,4	0,90	1,09
0,7	4,20	5,30	2,0	1,57	1,88	3,6	0,85	1,03
0,8	3,76	4,60	2,1	1,50	1,79	3,8	0,81	0,98
0,9	3,30	4,10	2,2	1,42	1,70	4,0	0,77	0,94
1,0	3,0	3,70	2,3	1,35	1,62	4,2	0,74	0,90
1,1	2,75	3,40	2,4	1,30	1,55	4,4	0,71	0,86
1,2	2,55	3,10	2,5	1,25	1,48	4,6	0,68	0,82
1,3	2,35	2,85	2,6	1,20	1,42	4,8	0,65	0,78
1,4	2,16	2,60	2,7	1,15	1,37	5,0	0,62	0,75
1,5	2,00	2,45	2,8	1,11	1,32	5,5	0,60	0,66
1,6	1,92	2,32	2,9	1,06	1,27	6,0	—	0,62
1,7	1,83	2,20	3,0	1,02	1,22	—	—	—

1/Λ = Erforderlicher Wärmedämmwert

t_e = Rechnerische Wintertemperatur der Außenluft

s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h

Tabelle 8 Ermittlung des Mindestdämmwertes 1/Λ für einschichtige Bauteile in Abhängigkeit von $\lambda \cdot \varrho \cdot c$ und t_e in Gebäuden mit unterbrochner Heizung

$\lambda \cdot \varrho \cdot c$	−15 °C	−20 °C	$\lambda \cdot \varrho \cdot c$	−15 °C	−20 °C	$\lambda \cdot \varrho \cdot c$	−15 °C	−20 °C
1,0	5,85	7,30	12,0	1,82	2,15	40,0	0,95	1,15
1,5	5,0	6,20	14,0	1,70	2,01	45,0	0,90	1,08
2,0	4,14	5,20	16,0	1,58	1,88	50,0	0,85	1,03
2,5	3,78	4,70	18,0	1,46	1,76	55,0	0,81	0,99
3,0	3,40	4,20	20,0	1,35	1,65	60,0	0,78	0,95
4,0	2,95	3,65	22,5	1,28	1,55	65,0	0,75	0,91
5,0	2,60	3,30	25,0	1,21	1,45	70,0	0,72	0,88
6,0	2,40	3,05	27,5	1,16	1,39	75,0	0,69	0,85
7,0	2,20	2,80	30,0	1,11	1,33	80,0	0,66	0,82
8,0	2,11	2,63	32,5	1,07	1,29	85,0	0,64	0,80
9,0	2,03	2,46	35,0	1,03	1,24	90,0	0,62	0,78
10,0	1,94	2,30	37,5	0,99	1,20	100,0	0,59	0,73

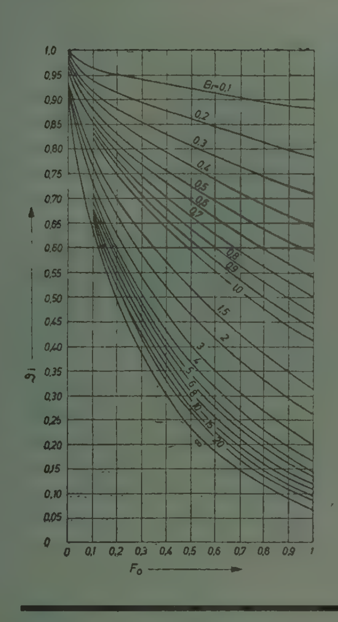
1/Λ = Erforderlicher Wärmedämmwert

λ = Wärmeleitrechenwert

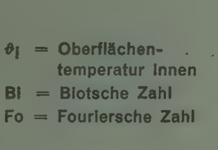
ϱ = Dichte des Stoffes

c = Stoffwärme oder spezifische Wärme

t_e = Rechnerische Wintertemperatur der Außenluft



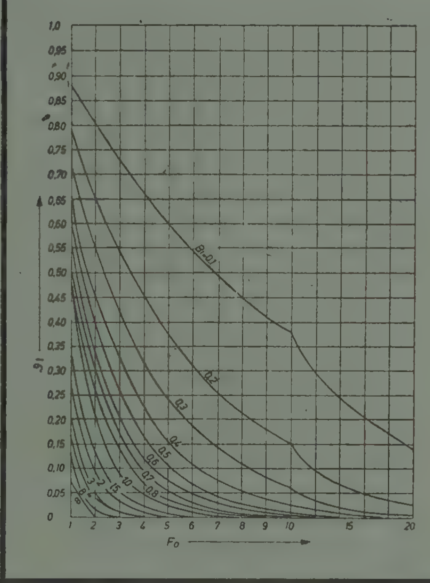
4
Ermittlung der relativen Größe ϑ_i für Fo = 0 bis 1,0



ϑ_i = Oberflächentemperatur innen

Bi = Biotsche Zahl

Fo = Fouriersche Zahl



5
Ermittlung der relativen Größe ϑ_i für Fo = 1

Tabelle 9 Ermittlung der relativen Größe ϑ_i in Abhängigkeit von den Fo- und Bi-Werten für einschichtige Außenbauteile

Bi / Fo	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	15	20	
0,1	0,84	0,82	0,79	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64
0,12	0,82	0,80	0,78	0,74	0,71	0,69	0,68	0,67	0,66	0,64	0,62	0,61	0,60
0,14	0,81	0,78	0,76	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57
0,16	0,80	0,77	0,75	0,70	0,67	0,65	0,62	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,54
0,18	0,79	0,76	0,73	0,68	0,65	0,62	0,60	0,59	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52
0,20	0,78	0,75	0,70	0,66	0,63	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,53	0,52	0,50
0,22	0,77	0,73	0,68	0,64	0,61	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,51	0,49	0,47
0,24	0,76	0,72	0,67	0,62	0,59	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45
0,26	0,75	0,71	0,66	0,62	0,57	0,54	0,53	0,51	0,50	0,49	0,47	0,45	0,43
0,28	0,74	0,70	0,65	0,60	0,56	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41
0,30	0,73	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50	0,49	0,47	0,46	0,45	0,43	0,41	0,39
0,40	0,68	0,64	0,57	0,53	0,47	0,44	0,42	0,40	0,36	0,35	0,34	0,33	0,30
0,50	0,64	0,59	0,52	0,46	0,40	0,37	0,35	0,33	0,30	0,28	0,27	0,26	0,24
0,60	0,60	0,55	0,47	0,42	0,35	0,32	0,29	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,20
0,70	0,56	0,52	0,43	0,37	0,30	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15
0,80	0,53	0,48	0,39	0,34	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12
0,90	0,50	0,44	0,35	0,30	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09
1,00	0,47	0,42	0,32	0,26	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10	0,08	—
1,5	0,36	0,31	0,23	0,19	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	—
2,0	0,26	0,21	0,14	0,10	0,06	0,04	0,03	—	—	—	—	—	—
3,0	0,14	0,10	0,06	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ϑ_i = Oberflächentemperatur innen   Fo = Fouriersche Zahl   Bi = Biotsche Zahl

Bauphysik für den Architekten

Neue Berechnungsgrundlagen für kontinuierliche und periodische Wärmeeinwirkungen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Friedrich Eichler

7 **Deutsche Architektur**
Berlin, Juli 1962, Seite 411
Technisch-wissenschaftliche Grundlagen
KB: 282.3 . 667.1
DK: 536.24 . 699.866
Blatt 19

Tafel 10 Wärmetechnische Kenndaten für verschiedene Bau- und Dämmstoffe

Stoff	ϱ $\frac{kg}{m^3}$	λ $\frac{kcal}{m\,h\,grd}$	c $\frac{kcal}{kg\,grd}$	s_{24} $\frac{kcal}{m^2h\,grd}$
Vollziegel	1800	0,70	0,21	8,3
Poren-, Lochziegel	1400	0,52	0,20	6,15
	1200	0,45	0,20	5,30
Stahlbeton	2500	1,50	0,22	14,7
	2400	1,40	0,22	13,8
Kiesbeton	2200	1,20	0,20	11,2
	2000	1,0	0,20	10,2
Ziegelsplittbeton	1800	0,80	0,20	8,7
	1600	0,65	0,20	7,3
	1400	0,50	0,20	6,0
	1200	0,40	0,20	5,0
	1000	0,32	0,20	4,1
Beton mit granulierter	1200	0,34	0,18	4,4
Hochofenschlacke	1000	0,30	0,18	3,74
	800	0,25	0,18	3,06
Außenputz		0,75	0,2	8,1
Innenputz		0,60	0,2	7,6
Gipsputz		0,4	0,18	5,0
Gipsplatten	1400	0,60	0,2	6 5
	1200	0 45	0,20	5,2
Asphalt	2000	0,60	0,40	11,0
Sandasphalt	1800	0,50	0,40	9,6
Steinholz-Nutzschicht	1600	0,60	0,40	9,8
Steinholz-Unterschicht	1200	0,35	0,50	7,2
Korkparkett	400	0,06	0,60	1,9
Anhydrit	1600	0,70	0,20	7,5
	1400	0,60	0,20	6,5
Porenanhydrit	1000	0,40	0,20	4,5
	800	0,35	0,20	3,8
Wandfliesen	2000	0,90	0,20	9,5
Asbestbeton	1100	0,25	0,20	3,5
Holzbeton	500	0,15	0,35	2,6
	700	0,20	0,35	3,5
	800	0,23	0,35	4,1
	1000	0,30	0,35	5,2
Granulierte Hochofenschlacke	500	0,12	0,18	1,7
HWL-Platten	450	0,08	0,45	2,0

Stoff	ϱ $\frac{kg}{m^3}$	λ $\frac{kcal}{m\,h\,grd}$	c $\frac{kcal}{kg\,grd}$	s_{24} $\frac{kcal}{m^2h\,grd}$
Schlackenwolle	300	0,10	0,18	1,1
	200	0,06	0,18	0,8
Korkplatten	300	0,06	0,5	1,5
	200	0,04	0,5	1,0
Matten				
aus mineralischen Fasern	200	0,04	0,18	0,6
aus Pflanzenfasern	200	0,05	0,30	0,9
Mineralfaserfilze	250	0,06	0,20	0,9
Kunstharzschaum	15	0,03	0,30	
	25	0,04	0,30	
—, Hartplatten	150	0,05	0,30	
Schaumglas	150	0,04	0,20	0,6
Pflanzenfaserplatten	300	0,08	0,35	1,5
Hartholz	700	0,15	0,6	4,0
Sperrholz	600	0,15	0,6	3,7
Kiefernholz	550	0,12	0,6	3,1
Fensterglas	2500	0,7	0,20	9,4
Dachpappe	1000	0,2	0,35	4,2
Rabitzdecke				
auf Draht mit				
Zementmörtel	1600	0,6	0,2	7,0
— mit Gipsmörtel	1200	0,5	0,2	5,5
— auf Rohrgewebe	1000	0,4	0,25	5,0
Schaumsilikat	1000	0,32	0,2	4,0
(porig)	800	0,25	0,2	3,2
	600	0,20	0,2	2,5
	400	0,15	0,2	1,8
Holzspanplatten	300	0,10	0,50	2,0
Leichtlehm	1200	0,40	0,25	5,5
	1000	0,32	0,25	4,5
	800	0,25	0,25	3,9
Teergemischte				
Kunstharzschaumplatten	150	0,08	0,25	0,9
Aluminium	2700	175,0	0,11	115,0
Baustahl	7800	50,0	0,11	104,0
Wasser	1000	0,50	1,0	11,5

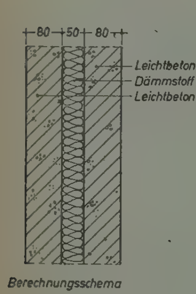
ϱ = Dichte des Stoffes

λ = Wärmeleitrechenwert

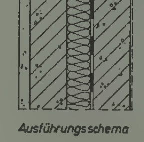
c = Stoffwärme oder spezifische Wärme

s_{24} = Wärmespeicherfaktor für eine Periode von 24 h

6
Berechnung des Dämpfungswertes ν für eine mehrschichtige Außenwand



Berechnungsschema



Ausführungsschema

Für die Ermittlung des Dämpfungswertes ν werden Schichten unter 10 mm Dicke und Putzschichten auf Wärmedämmschichten (z. B. HWL-Platten) nicht in Ansatz gebracht

Literatur

1 Jaroslav Rehánek, „Minimale Dicke der Außenwände von Gebäuden vom Standpunkt der Wärmespeicherfähigkeit", Forschungs-Institut für Bauproduktion, Prag

2 L. Egyedy, „Effect of wall and roof structures in the economy of air-conditioning", proceedings of the Hungarian Institute for Building Research, Budapest 1959

3 Vilmos Barcs, „Benutzung neuer wärmetechnischer Kennzeichen von baubegrenzenden Konstruktionen in der Planungspraxis," Bericht des Wissenschaftlichen Instituts für Bauwesen, Budapest 1959

4 Sklover, „Berechnungsverfahren für ein- und mehrschichtige Wände", Moskau 1954

5 Fokin, „Das Wärmeverhalten von Außenwänden im Bauwesen", Moskau 1954

6 Rehánek „Anleitung zur Berechnung der minimalen Dicke von mehrschichtigen Umfassungswänden", Prag 1960

7 **Deutsche Architektur**
Berlin, Juli 1962, Seite 412
Technisch-wissenschaftliche Grundlagen
KB: 282.3 • 667.1
DK: 536.24 • 699.866
Blatt 20

Bauphysik für den Architekten
Neue Berechnungsgrundlagen für kontinuierliche und periodische Wärmeeinwirkungen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Friedrich Eichler

Berechnungen des Abkühlungsvorganges sind sehr kompliziert. Es gibt Faktoren, die die Abkühlung fördern und beschleunigen, und andere, die sie hemmen und verlangsamen. Je besser die vorher erzeugte Wärme im Raum gespeichert wurde, um so langsamer die Abkühlung. Die Wärme wird aber nicht nur von der Außenwand oder der Dachdecke gespeichert, sondern auch von den Innenwänden, Decken, Fußböden, Möbeln, Geräten und den Heizvorrichtungen selbst. Einen ungünstigen Einfluß haben alle Luftdurchlässe und -spalten, ferner Fenster und Außentüren, die überhaupt nicht speichern, aber einen hohen Wärmedurchgang zulassen.

Berechnungsvorgänge, die das äußere und innere Raumsystem zugleich erfassen und alle mitwirkenden Faktoren berücksichtigen, sind sehr langwierig. Allgemein anerkannte Berechnungsmethoden dafür gibt es überhaupt noch nicht. In dem internationalen Grundlagenstandard Wärmeschutz ist dagegen ein Verfahren aufgenommen worden, das nur das äußere Raumsystem umfaßt und gut angenäherte Resultate ergibt. Soweit es sich auf einschichtige Konstruktionen bezieht, ist es einfach anzuwenden.

Nach Rehánek wird die innere Oberflächentemperatur ϑ_i als relative Größe (ohne Dimension) errechnet. Sie muß für die Ebenen der Deutschen Demokratischen Republik, also für eine rechnerische Wintertemperatur von —15 °C, den Betrag von 0,50, für die kälteren Zonen den Betrag von 0,60 erreichen. Die gegebene relative Oberflächentemperatur einer geplanten Konstruktion kann abgelesen werden, nachdem die Fouriersche Zahl (Fo) und der Biotsche Wert (Bi) bestimmt wurden. Es betragen

$$Fo = \frac{\lambda \cdot \tau}{c \cdot \varrho \cdot d^2} \quad (7)$$

$$Bi = \frac{\alpha_e}{\lambda} \cdot d \quad (8)$$

Dabei bedeuten:

τ Dauer der Heizpause in Stunden, zum Beispiel 8 h;
c spezifische Stoffwärme (kcal/kg grd);
ϱ Rohdichte des Stoffes (kg/m³);
d Dicke der Konstruktion (m);
α_e Wärmeübergangswert außen, zum Beispiel 20,0 kcal/m² grd.

Der Fouriersche Wert beträgt für Mauerwerk und dünne Dämmschichten um 0,9 bis 1,0, für dicke Dämmschichten um 0,3 bis 0,4. Er beeinflußt das Resultat entscheidend und ist um so günstiger, je niedriger er ist.

Die Biotsche Zahl beträgt für Mauerwerk 10 bis 12, für Dämmschichten 20 bis ∞.

Wurden diese Werte berechnet, kann ϑ_i entweder aus Nomogrammen oder Tabellen abgelesen werden. Als Beispiel werden die Abbildungen 4 und 5 (Seite 411) angeführt. Hat die Berechnung zum Beispiel Fo = 0,2 und Bi = ∞ ergeben, so ergibt ϑ_i mit eben noch 0,50 und wäre damit ausreichend. Tabelle 9 (Seite 411) dient demselben Vorgang.

Damit der Projektant es aber noch einfacher habe, wurden die Tabellen 7 und 8 (Seite 411) errechnet. Hier sind die Dämmwerte $1/\Lambda$ so angegeben, daß sich ϑ_i nach einer Heizpause von acht Stunden mit 0,50 ergibt. Der Projektant liest nur den erforderlichen Dämmwert in Abhängigkeit von s_{24} ab.

Für mehrschichtige Bauteile gibt es eine etwas umständliche Berechnungsmethode, die mitzuteilen hier nicht genügend Platz ist. Beachtenswert ist folgender Umstand: Bei leichten Außenkonstruktionen kann, wenn das Gebäude mit Öfen beheizt wird, eine Erhöhung des Mindestdämmwertes der Außenbauteile eintreten. Dies ist zwar völlig berechtigt, bisher jedoch niemals üblich gewesen.

Berechnungsbeispiele

Die Berechnung einer schweren, einer mittelschweren und einer sehr leichten Außenwand wird etwaige Unklarheiten beseitigen und soll den Gebrauch des beigefügten Berechnungsmaterials lehren.

Wir setzen folgende Forderungen an Außenwände des Wohnungsbaus voraus:

1. Erforderlicher Mindestdämmwert $1/\Lambda = 0,60$ m²h grd/kcal
2. Erforderlicher Mindestdämpfungswert
   für den Winter $\nu = 10$
   für den Sommer $\nu = 15$
3. Erforderliche relative Oberflächentemperatur in Gebäuden mit unterbrochener Heizung
   $\vartheta_i = 0,50$

Berechnung einer Außenwand aus Porenziegeln

Daten: $\varrho = 1400$; $\lambda = 0,52$; c = 0,2; $s_{24} = 6,15$

(Falls nicht angegeben, ist s_{24} zu errechnen aus $0,51 \sqrt{\lambda \cdot \varrho \cdot c}$).

Berechnung 1

Erforderliche Wanddicke: d = 0,60 · 0,52 = 0,312 m = 32 cm.

Berechnung 2

Nach Tabelle 4 beträgt der Mindestdämmwert weniger als 0,50, um $\nu = 10$ zu erreichen. Es erfolgt also keine Erhöhung des Dämmwertes.

Berechnung 3

Nach derselben Tabelle beträgt $1/\Lambda$ weniger als 0,60, um $\nu = 15$ zu erzielen.

Das Wärmebeharrungsvermögen der geplanten Wand ist also groß genug. Damit interessiert die Frage, wie groß ν ist. Der Wärmeträgheitswert D beträgt 0,60 · 6,15 ≈ 4,60. Dem Nomogramm (Abb. 3) ist zu entnehmen, daß ν über 30 beträgt. Auch analytisch kann ν nach Gleichung 6 errechnet werden:

$$\nu = 0,9 \cdot e^x \cdot \frac{(\alpha_i + s)\ (\alpha_e + s)}{2 \cdot s \cdot \alpha_e}$$

$$= 0,9 \cdot 25,7 \cdot \frac{(7 + 6,15)\ (20 + 6,15)}{2 \cdot 6,15 \cdot 20} = 33\,.$$

Dabei wurde e^x aus Tabelle 6 nach D = 4,60 abgelesen.

Berechnung 4

Falls das Gebäude Ofenheizung besitzt, ist Tabelle 7 oder 8 zu benutzen. Es ergibt sich ebenfalls, daß der Dämmwert keiner Erhöhung bedarf. Dies zeigt auch eine Überprüfung der relativen Oberflächentemperatur nach der Gleichung 7 und 8:

$$Fo = \frac{0,52 \cdot 8,0}{0,2 \cdot 1400 \cdot 0,32^2} = \frac{4,2}{28,8} = 0,145$$

$$Bi = \frac{20}{0,52} \cdot 0,32 = 12,4$$

Nach Abbildung 4 ergibt sich $\vartheta_i \approx 0,60$ und reicht damit für eine Heizpause von acht Stunden voll aus. Es läßt sich schnell berechnen, daß die Wand auch eine Heizpause von zwölf Stunden gerade noch vertragen würde.

Es ergibt sich also, daß für diese Wand eine Dimensionierung nach alter Art, nämlich nur für einen stationären Wärmedurchgang im Winter, genügen würde. Dies trifft für alle Konstruktionen zu, deren Speicherkennwert s_{24} etwa 5,0 beträgt, sofern sie ausreichende Wärmedämmung aufweisen.

Berechnung einer Wand aus Leichtbeton

Daten: $\varrho = 800$; $\lambda = 0,25$; c = 0,20; $s_{24} = 3,2$

Berechnung 1

Erforderliche Dicke d = 0,60 · 0,25 = 15 cm

Berechnung 2

Nach Tabelle 4 beträgt der erforderliche Dämmwert = 0,80. Die Wanddicke erhöht sich auf 0,80 · 0,25 = 20 cm. Damit ist aber erst ein ν-Wert = 10 gesichert.

Berechnung 3

Für alle von der Sonne bestrahlten Wände muß $\nu = 15$ erreicht werden. Der erforderliche Dämmwert beträgt nach Tabelle 4 = 0,98. Die Wanddicke erhöht sich auf 0,98 · 0,25 = 25 cm. Das bedeutet: Maßgebend für diese leichtere Wand ist nicht die winterliche, sondern die sommerliche Belastung. Das ist für uns neu! Während das alte Berechnungsverfahren eine Wanddicke von 15 cm ergeben hätte, müssen wir jetzt eine Wanddicke von 25 cm planen und eine Dämmung von rund 1,0 vorsehen.

Berechnung 4

Nach Tabelle 7 oder 8 ist $1/\Lambda$ mit 0,95 anzusetzen. Dieser Wert ist nach Berechnung 3 bereits vorhanden. Auch er zeigt aber, daß der Dämmwert nach dem Berechnungsgang 1 nicht ausgereicht hätte.

Berechnung einer sehr leichten Wand

Gegeben sei eine Wand aus zwei Schalen (Asbestbetontafeln), die mit Dampfsperre versehen werden, der Raum zwischen den Schalen wird voll mit Mineralwolle ausgestopft. Diese Wand wird als einschalig angesehen. Für die Berechnung des Dämpfungsvermögens werden die Schalen und die Dampfsperre vernachlässigt.

Daten der Steinwolle: $\varrho = 300$; $\lambda = 0,06$; c = 0,20; $s_{24} = 0,97$

Berechnung 1

Dicke d = 0,60 · 0,036 m = 36 mm

Berechnung 2

$1/\Lambda$ nach Tabelle 4 = 1,40. Dann ist d = 1,40 · 0,06 m = 84 mm.

Berechnung 3

$1/\Lambda$ nach Tabelle 4 = 2,02. Die Dicke erhöht sich auf 2,02 · 0,06 m = 122 mm.

Berechnung 4

$1/\Lambda$ nach Tabelle 7 ≈ 3,10. Die erforderliche Wanddicke beträgt d = 3,10 · 0,06 m = 186 mm.

Die Dämmschicht aus Steinwolle, als Wand aufgefaßt, muß also mindestens 13 cm dick werden, wenn eine kontinuierlich arbeitende Heizung vorhanden ist. Für diese Konstruktion wäre außerdem der Nachweis des Feuchtigkeitszustandes und des Luftdurchlaßwiderstandes wichtig.
In Gebäuden mit Ofenheizung würde man eine Wanddicke von 20 cm planen müssen.
Wenn zwischen Nord- und Loggiawänden, die von der Sonne nicht bestrahlt werden können, und den Außenwänden auf den anderen Gebäudeseiten kein Unterschied gemacht werden soll oder kann, besteht die Möglichkeit, den Berechnungsgang 2 von vornherein durch den Berechnungsgang 3 zu ersetzen, also nach $\nu = 15$ zu dimensionieren.

Nachweis des Dämpfungswertes einer mehrschichtigen Wand

Die Berechnung einer mehrschichtigen Konstruktion kann nicht durch Tabellen ersetzt werden, da die Schichtenfolge ihr Verhalten entscheidend bestimmt. So ist erwiesen, daß Wandsysteme mit außen angeordneten Dämmschichten höhere Dämpfungswerte ergeben als dieselben Systeme mit umgekehrtem Aufbau (6).
Die alte Regel, dichte Stoffe innen und poröse Stoffe außen anzuordnen und tragende oder empfindliche Bauteile durch außen aufgebrachte Dämmstoffe vor den Witterungseinflüssen zu schützen, ist also nicht nur aus Gründen der Wärmedämmung, nicht nur aus dampftechnischen Gründen, sondern auch im Hinblick auf die Dämpfungsleistung richtig. Das Wärmebeharrungsvermögen einer zweischaligen Konstruktion kann um etwa 50 Prozent höher sein, wenn die Dämmschicht außen und die Betonschale innen liegt, als wenn die Wand umgekehrt aufgebaut wäre.
Bei der Ermittlung des Dämpfungswertes für eine mehrschichtige Außenwand werden grundsätzlich Stoffschichten unter 10 mm Dicke nicht angesetzt, sie würden das Resultat fälschen. Putz- und Mörtelschichten auf oder unmittelbar neben Wärmedämmschichten werden nur angesetzt, wenn ihre Dicke mindestens 20 mm beträgt.
Die angenäherte Berechnung des Dämpfungswertes ν erfolgt nach einer stark vereinfachten Formel von Sklover (4):

$$\nu = 0{,}9 \cdot e^x \cdot \frac{s_1 + \alpha_1}{s_1 + S_1} \cdot \frac{s_2 + S_1}{s_2 + S_2} \cdots\cdots \frac{s_n + S_{n-1}}{s_n + S_n} \cdot \frac{\alpha_e + S_n}{\alpha_e} \qquad (9)$$

Dabei bedeuten:

- e^x natürlicher Logarithmus e mit den Exponenten x. $x = D : \sqrt{2}$, der Wert ist nach Errechnung von D aus Tabelle 6 abzulesen.
- s_1, s_2 Wärmespeicherfaktor s_{24} für die Schicht 1, 2 und so weiter. Die Schichtenfolge zählt von innen.
- S_1, S_2 Wärmekapazität der inneren Oberfläche der Schicht 1 und 2. Die Werte sind zunächst unbekannt.

Der Projektant bildet folgende Gleichungen:
Für eine zweischichtige Konstruktion

$$\nu = 0{,}9 \cdot e^x \cdot \frac{s_1 + \alpha_i}{s_1 + S_1} \cdot \frac{s_2 + S_1}{s_2 + S_2} \cdot \frac{\alpha_e + S_2}{\alpha_e} \qquad (10)$$

Für eine dreischichtige Konstruktion

$$\nu = 0{,}9 \cdot e^x \cdot \frac{s_1 + \alpha_i}{s_1 + S_1} \cdot \frac{s_2 + S_1}{s_2 + S_2} \cdot \frac{s_3 + S_2}{s_3 + S_3} \cdot \frac{\alpha_e + S_e}{\alpha_e} \qquad (11)$$

Der Berechnungsvorgang beginnt mit der Ermittlung der zunächst unbekannten Werte S_1, S_2. Man untersucht dazu die Wärmeträgheitswerte D jeder Schicht und verfährt folgendermaßen:
Wenn $D_1 < 1$, ist $S_1 = s_1$ und damit bekannt.
Falls jedoch $D_1 < 1$, aber $D_1 + D_2 > 1$, so errechnet man

$$S_1 = \frac{1/\Lambda_1 \cdot s_1^2 + s_2}{1 + 1/\Lambda_1 \cdot s_2}. \qquad (12)$$

Falls aber $D_1 + D_2 > 1$, aber $D_1 + D_2 + D_3 > 1$, ist

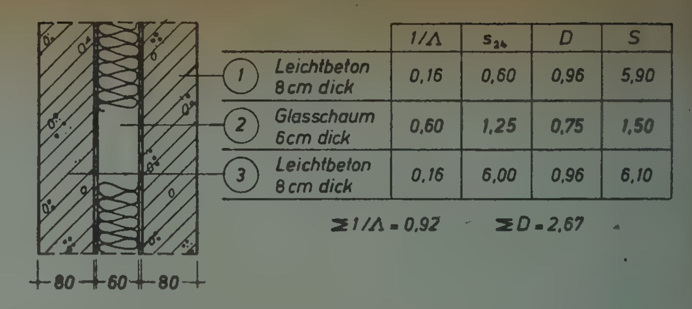
$$S_1 = \frac{1/\Lambda_1 \cdot s_1^2 + S_2}{1 + 1/\Lambda_1 \cdot S_2}. \qquad (13)$$

Nach demselben Schema werden S_2 und andere S-Werte bestimmt.
Falls der Wärmeträgheitswert D_n der Außenschicht $n > 1$, ist $S_n = s_n$ und damit bekannt. Ist jedoch $D_n < 1$, so ist

$$S_n = \frac{1/\Lambda_n \cdot s_n^2 + \alpha_e}{1 + 1/\Lambda_n \cdot \alpha_e}. \qquad (14)$$

Das folgende Berechnungsbeispiel einer dreischichtigen Außenwand zeigt ein praktisches Berechnungsschema. Gegeben sei die in Abbildung 5 dargestellte Montagewand mit Betonschalen und einer Kerndämmschicht aus Glasschaum.

Man zeichnet folgendes Bildschema:



	$1/\Lambda$	s_{24}	D	S
(1) Leichtbeton 8 cm dick	0,16	0,60	0,96	5,90
(2) Glasschaum 6 cm dick	0,60	1,25	0,75	1,50
(3) Leichtbeton 8 cm dick	0,16	6,00	0,96	6,10

$\Sigma 1/\Lambda = 0{,}92$ $\Sigma D = 2{,}67$

Das Schema wird nach gegebenen Daten ausgefüllt:
Beton der Innenschale: $\varrho = 1400$; $\lambda = 0{,}5$; $c = 0{,}2$; $s_1 = 6{,}0$
Glasschaum: $\varrho = 300$; $\lambda = 0{,}1$; $c = 0{,}2$; $s_2 = 1{,}25$
Beton der Außenschale: $\varrho = 1400$; $\lambda = 0{,}5$; $c = 0{,}2$; $s_3 = 6{,}0$
Die Werte s_{24} sind tabellarisch abzulesen. Das Produkt aus $1/\Lambda$ mal s_{24} ergibt den Wärmeträgheitswert D für jede Schicht. In diesem Falle sind alle D-Werte kleiner als 1. Da $D_1 + D_2 > 1$, kann Gleichung 12 angesetzt werden:

$$S_1 = \frac{0{,}16 \cdot 6{,}0^2 + 1{,}25}{1 + 0{,}16 \cdot 1{,}25} = 5{,}9.$$

Dieser Wert wird in das Schema eingetragen. Danach geht man von der Außenschicht aus und bildet nach Gleichung 14:

$$S_3 = \frac{0{,}16 \cdot 6{,}0^2 + 20}{1 + 0{,}16 \cdot 1{,}25} = 6{,}1.$$

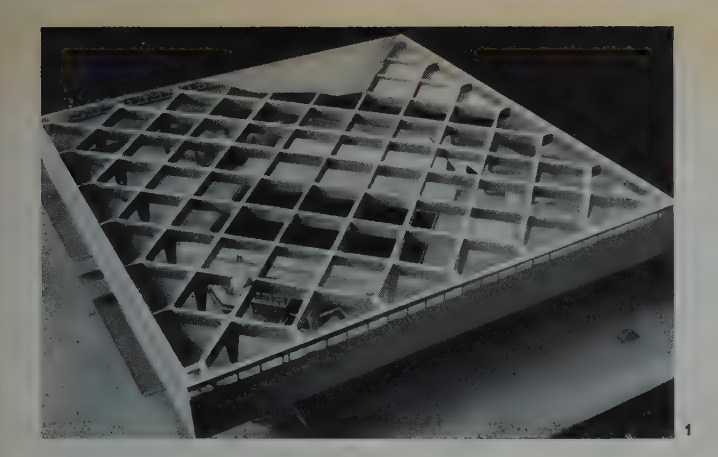
Zuletzt ergibt sich

$$S_2 = \frac{0{,}60 \cdot 1{,}25^2 + 6{,}0}{1 + 0{,}6 \cdot 6{,}0} = 1{,}5.$$

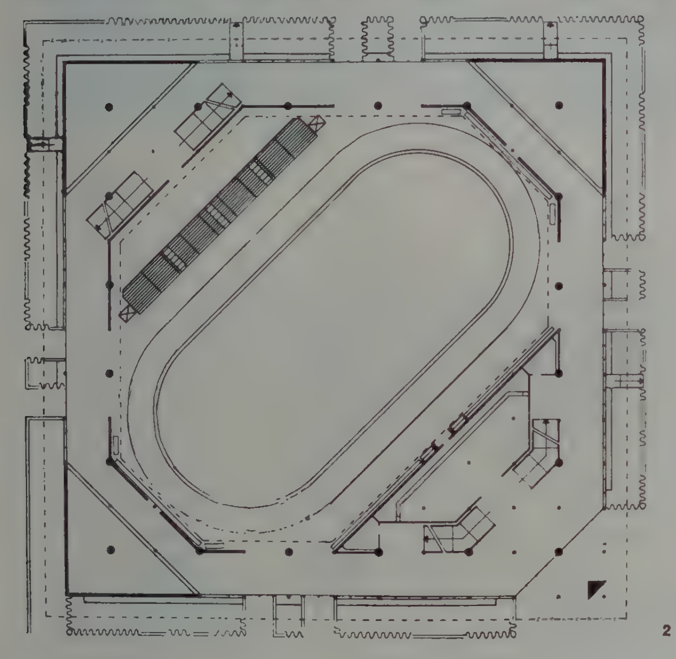
Damit ist das Schema fertig ausgefüllt. D beträgt 2,67. Nach Tabelle 5 ist daraus der Wert 6,63 abzulesen. Nun kann die Gleichung 11 angesetzt werden:

$$\nu = 0{,}9 \cdot 6{,}63 \cdot \frac{6{,}0 + 7{,}0}{6{,}0 + 5{,}9} \cdot \frac{1{,}25 + 5{,}9}{1{,}25 + 1{,}5} \cdot \frac{6{,}0 + 1{,}5}{6{,}0 + 6{,}1} \cdot \frac{20 + 6{,}1}{20} = 14.$$

Damit ist also die für den Winter geforderte Dämpfungsleistung voll, die für den Sommer geforderte knapp vorhanden. Das Wandsystem muß jedoch noch nach Abbildung 6 (Seite 412) mit einem Außenputz als Vorsatzbeton ausgestattet werden, wodurch sich der Dämpfungswert etwa um den fehlenden Betrag erhöhen dürfte.
Würden an Stelle des Glasschaumes andere Dämmstoffe angenommen werden, zum Beispiel Mineralwolle, so vermindert sich die Summe der Wärmeträgheitswerte, obwohl der Wärmedämmwert $1/\Lambda$ derselbe sein kann. Eine 30 mm dicke Schicht aus Mineralfasern hätte zwar denselben Wärmedämmwert, aber der Wärmeträgheitswert der Schicht betrüge nur 0,42. Damit ergäbe sich $\nu = 11{,}6$, was für den Sommerzustand unzulässig wäre.
Nach diesem Verfahren kann jede denkbare Konstruktion, Außenwände wie Dachdecken, dimensioniert werden. In der Tabelle 10 (Seite 412) sind gekürzt einige wichtige physikalische Kenndaten dazu angeführt.
Die Formel 9 mag uns Architekten kompliziert erscheinen, ist aber in Wirklichkeit bereits eine sehr starke Vereinfachung der ursprünglichen Ableitungen. Die Gleichungen von Sklover enthalten im korrekten Verfahren komplexe Werte mit imaginären Zahlen. Die Gleichung 9 hat nur noch reale Zahlen und gilt deshalb als Annäherungsformel. Es können sich Ungenauigkeiten oder Widersprüche bei ihrer Anwendung ergeben. Diese zeigen sich besonders dann, wenn Stoffschichten nebeneinander angeordnet werden, die hinsichtlich ihrer Dicke und ihres Charakters sehr unterschiedlich sind. Wird eine Dampfsperre oder eine Putzschicht auf einer HWL-Platte in die Berechnung einbezogen, so ergibt sich ein verfälschtes Resultat: der errechnete ν-Wert kann dadurch kleiner werden.
Grundsätzlich kann die Addition irgendeiner Stoffschicht, und sei sie noch so dünn, den ν-Wert nur erhöhen. Eine normale Putzschicht erhöht die Dämpfungsleistung um etwa 1 bis 2 ν. Bei der Berechnung des Dämpfungswertes nach Gleichung 9 werden deshalb Stoffschichten unter 10 mm Dicke nicht berücksichtigt. Putzschichten unter 20 mm Dicke auf Dämmschichten werden ebenfalls bei der Berechnung fortgelassen. Dasselbe gilt für Papplagen und Dampfsperren für Dachdecken.
Die Ungenauigkeit des Resultats liegt nach Erfahrungen des Verfassers innerhalb von 10 Prozent und beträgt meistens noch bedeutend weniger.



1



2

1 | 2

Entwurf für die Mehrzweckhalle in Kassel
Modell, Grundriß 1 : 1000 (aus „Sport- und Bäderbauten", Düsseldorf, 2/1962)

Umschau

zum Thema Raumüberdachung

Mehrzweckhalle Kassel

Wettbewerbsentwurf: Professor P. L. Nervi

Die Halle soll bei Hallenhandballspielen 6000 Zuschauern Platz bieten.

Das Hallenhandballfeld in seinen Abmessungen von 22 m × 44 m sowie die Leichtathletiklaufbahn von mindestens 165 m Länge, bei einem inneren Kurvenradius von 14 m, bestimmen die Abmessungen des Innenraumes. Die für Reitturniere erforderliche Breite von 38 m soll durch Herausnahme der unteren Sitzreihen geschaffen werden.

Die Lösungen der drei übrigen Teilnehmer am Wettbewerb, bei denen das Tragwerk der Hallenüberdachung mehr oder weniger als architektonischer Selbstzweck erscheint, zeigen so recht die wahrhafte Originalität des Entwurfs von Professor Nervi. Originell ist, mit welcher Konsequenz die Kombination von Quadrat und Diagonale — sowohl bei der funktionellen als auch bei der konstruktiven Durchbildung des Gebäudes — zu einer disziplinierten, großzügigen und zugleich äußerst sparsamen Lösung des Baukörpers geführt wird. E. B.

Zirkusgebäude in Sofia

Volksrepublik Bulgarien

Für das Gebäude wurde eine sehr feingliedrige Schweißkonstruktion aus nahtlos gezogenen Stahlrohren verwendet. Die Tragrippen der Kuppel bilden zusammen mit den Tribünenträgern jeweils ein Rahmenelement. Für die Außenhaut wurden Kunststoffe verwendet. E. B.

Zirkusgebäude in Sofia, Aufnahme während des Baues

3



4

4
Ansicht der Halle von Nordwesten

5
Erdgeschoß

6
Obergeschoß

7
Längsschnitt

1 Foyer
2 Zuschauergarderobe
3 Büfett
4 Feste Tribüne
5 Spielfeldfläche, 30 m × 36 m
6 Vorbühne aus Tribünenpraktikabeln
7 Trainingssaal, 16 m × 30 m, bzw. Bühne
8 Eingang für Sportler und Personal
9 Sportlergarderoben
10 Duschen
11 Massengarderobe
12 Schiedsrichter- und Trainerraum
13 Ruderer-Trainingsraum
14 Eingangsgarderobe für Sportler
15 Nebeneingang zur Ehrentribühne
16 Balkon
17 Montierbare Tribünen
18 Salon für Ehrengäste
19 Arzträume
20 Telefon- und Fernschreiberkabinen für Journalisten
21 Verwaltung
22 Treppe zu den Presse- und Übertragungskabinen
23 Trainingssaal, 10 m × 24 m
24 Fernsehaufnahmekabinen

8
Blick auf die Ostseite der Halle

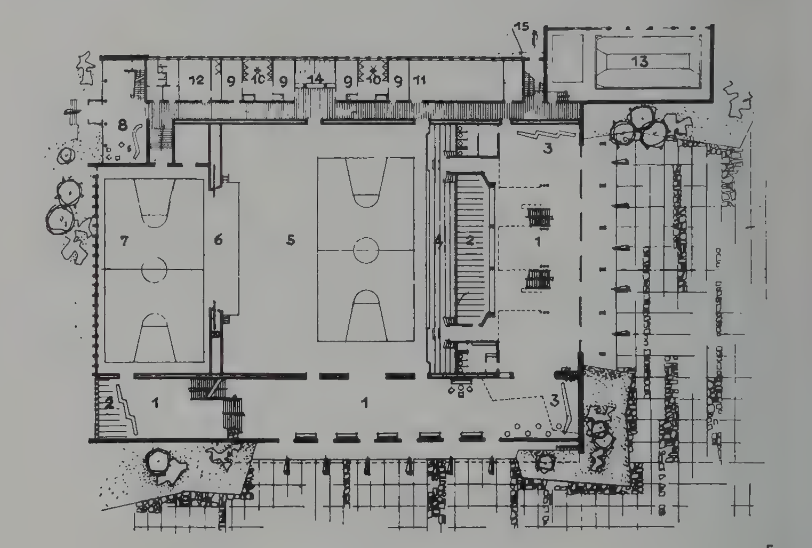
9
Saal bei maximaler Ausnutzung der Spielfläche: 2300 Zuschauerplätze

10
Saal bei Boxveranstaltungen oder dergleichen: 4800 Zuschauerplätze

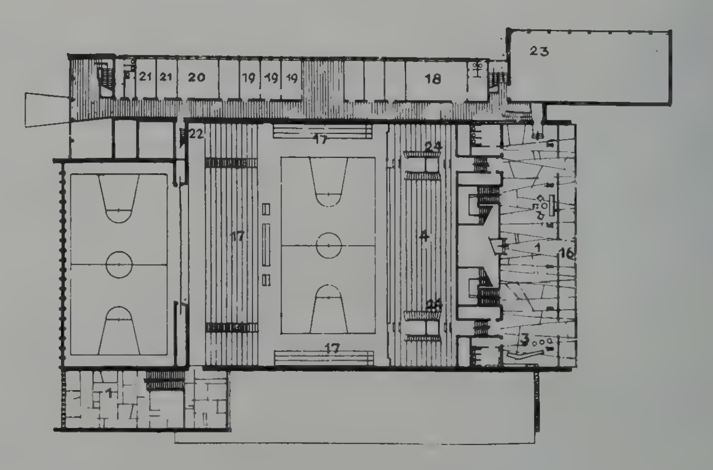
11
Saal bei Tennis- bzw. Gymnastikveranstaltungen: 2300 Zuschauerplätze, Trainingssaal bestuhlt: 800 Plätze

12
Saal bei Ballett-, Konzert- oder Theaterveranstaltungen: 3700 Zuschauerplätze, Bühnentiefe einschließlich Vorbühne: 18 m, Bühnenportalbreite: 17 m („Architektura", Sofia, 9+10/1961)

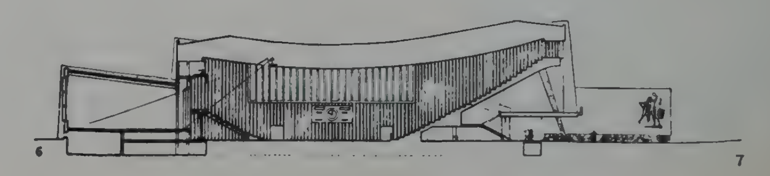
1 : 1000



5



6



7

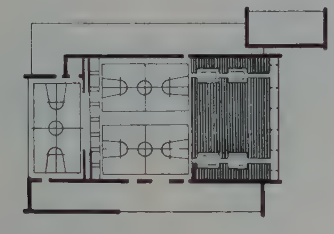
Sporthalle in Sofia

Volksrepublik Bulgarien



8

1 : 2000



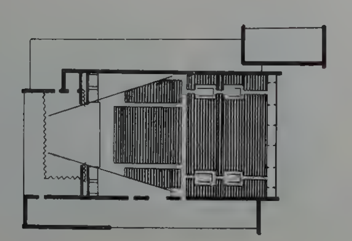
9



10



11



12

Die Halle gehört zu einem Sportanlagenkomplex, der anläßlich der internationalen Studentenmeisterschaften 1961 in Sofia in sehr kurzer Zeit entstanden ist. Der Entwurf stammt vom Staatlichen Projektierungsinstitut in Sofia.

Die Nutzbarkeit als Mehrzweckhalle sowie die Einhaltung der kurzen Bautermine durch Wahl einer entsprechenden Konstruktionslösung und Baudurchführung waren die entscheidenden Bedingungen für die Projektierung.

Die stützenfrei überdeckte Halle in den lichten Maßen von 36 m mal 56 m hat eine Spielfeldfläche von 36 m mal 30 m.

Im festen Tribünenteil befinden sich 3000 Zuschauerplätze einschließlich Ehrentribüne. Die Entfernung von der letzten Sitzreihe zum Spielfeld beträgt 25 m.

Der Trainingssaal liegt 1,50 m über dem Hallenfußboden, er dient bei entsprechenden Veranstaltungen als Bühne, bei geschlossenem Bühnenportal und bestuhlt als Vortrags- beziehungsweise Veranstaltungssaal für 800 Personen.

Die bewegliche, 840 Sitzplätze fassende Tribüne am Trainingssaal wird, wenn sie nicht benötigt wird, nach unten geklappt und in den zwischen Saal- und Bühnenfußboden befindlichen Zwischenraum eingefahren. Durch weitere montierbare Tribünen an den Schmalseiten des Spielfeldes steigt das Fassungsvermögen der Halle auf 3430 Personen. Bei Boxveranstaltungen und dergleichen können durch eine zusätzliche Bestuhlung insgesamt 4800 Zuschauer Platz finden. Für den Aufbau der beweglichen Tribünen werden nur 23 Arbeitsstunden benötigt (bei den fast gleich großen Tribünen der Wiener Sporthalle sind 180 Arbeitsstunden erforderlich).

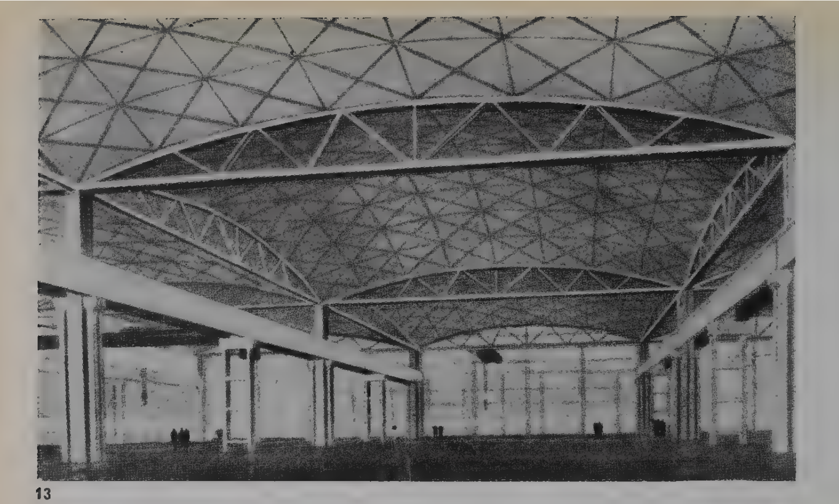
Quer zur Längsrichtung der Halle liegen acht Fachwerkbinder aus Profilstahl (Stützweite 36,80 m). Sie wurden im Werk vorgefertigt und am Bau mit einem Autokran montiert. Die durchhängende Form der Decke wurde nicht aus konstruktiven, sondern aus akustischen und heizungstechnischen Gründen gewählt.

Die tragenden Längswände der Halle sind Stahlbetonkonstruktionen, die mit zwei einhalbsteinstarken Wänden ausgefacht sind. In den Zwischenräumen sind Installation, Belüftungs- und Heizleitungen angebracht. Die stationäre Tribüne stützt sich auf Stahlbetonrahmen und überdeckt Zuschauergarderobe und Foyer an der Westseite.

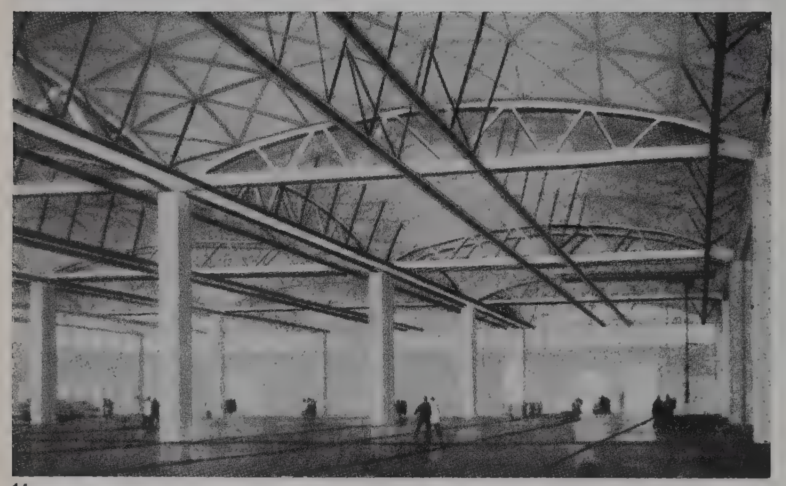
P. Anastasow

Vorgefertigte und nachträglich zusammengespannte Schalenkonstruktionen

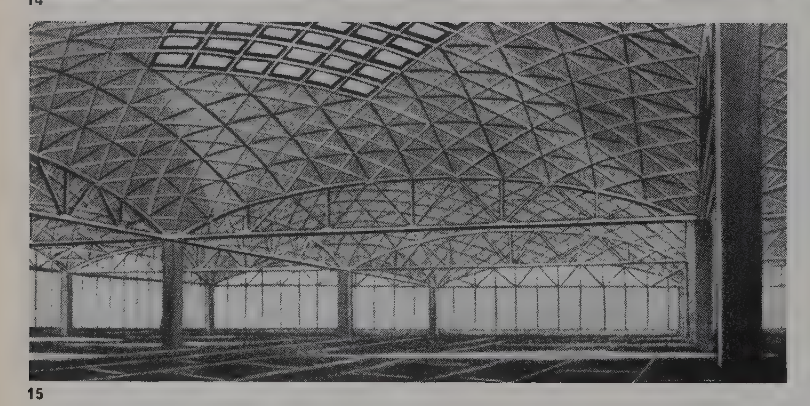
Sowjetunion, Entwurf: „Glawleningradstroi"



13



14



15

Schalenkonstruktionen für Hallenüberdachungen aus vorgefertigten Elementen zu errichten wird zweifellos dann am sinnvollsten, wenn sich dabei die Prinzipien der Massenfertigung verwirklichen lassen. Bei den in der Sowjetunion bereits erprobten Schalenkonstruktionen aus konzentrisch angeordneten, trapezförmigen Fertigteilen in Gestalt von Kugelsegmenten ist dies, wegen der unterschiedlichen und komplizierten Form der einzelnen Elemente, noch nicht der Fall.

Um die Anzahl der erforderlichen Elementetypen maximal zu senken und deren Form zu vereinfachen, wurde statt einer sphärischen eine vielflächige Oberfläche gewählt, die in eine Translationsfläche einbeschrieben ist. Dadurch können einheitliche Schalenelemente von ebener, rhombenförmiger Gestalt gebildet werden.

Als Typ für die Massenfertigung wurden Schaleneinheiten mit einer Grundfläche von 18 m × 18 m, 24 m × 24 m, 30 m × 30 m und 36 m × 36 m entwickelt, die vorwiegend für die Errichtung von Industriehallen bestimmt sind. Die 25 mm dicken Fertigteilplatten haben, dem 3000-mm-Grundrißraster entsprechend, ein Ausmaß von 2980 mm im Quadrat. Sie sind durch 80 mm hohe Rand- und 200 mm hohe Diagonalrippen verstärkt.

Nach dem gleichen System lassen sich bei doppelschaliger Ausbildung der Plattenelemente Spannweiten von 100 m bis 150 m erzielen (Markthalle in Tscheljabinsk — 102 m × 102 m, Autobushof in Nowosibirsk — 150 m × 150 m, Lenin-Stadion — 150 m × 250 m).

(„Stroitjelstwo i Architektura Leningrada" 2, 3/1962)

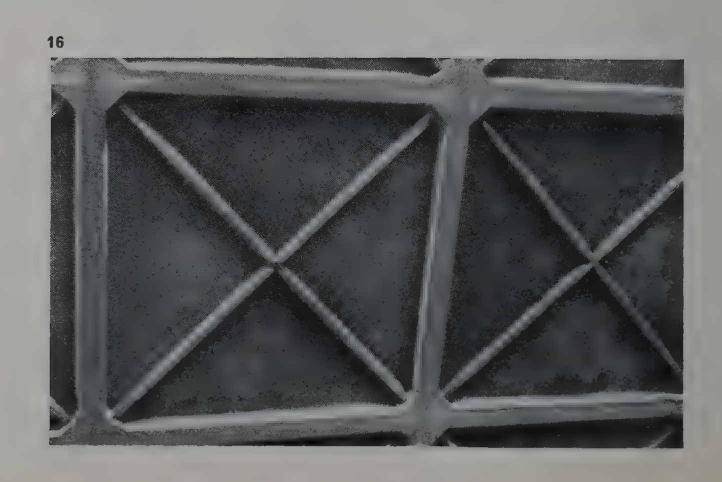
13
Kranlose Werkhalle aus zusammengesetzten Schaleneinheiten von 36 m × 36 m Grundfläche

14
Werkhalle aus Schaleneinheiten von 24 m × 24 m Grundfläche bei Transportführung unterhalb des Daches

15
Werkhalle mit Kranbahnen aus Schaleneinheiten von 24 m × 24 m Grundfläche

16
Untersicht des Schalendaches aus zusammengesetzten quadratischen Fertigteilplatten

16





Industriehalle in Leningrad

Experimentalbau

Joachim Härter, Architekt BDA



17



18

19



17
Blick in die Dachkonstruktion der Halle

18
Fertigteilelement der Schalenkonstruktion

19
Hallengiebel aus Stahlbetonfertigteilen

Für große, stützenfrei überdeckte Hallen werden in der Sowjetunion Schalenkonstruktionen entwickelt, die eine größtmögliche Vorfertigung unifizierter Elemente ermöglichen.

Die hier gezeigte Industriehalle hat eine Spannweite von 100 m. Die Überdachung besteht aus doppeltgekrümmten, 7,5 m breiten, in ihrer Längsrichtung parabelförmig gekrümmten Schalen, die im Abstand von 2,5 m aneinandergereiht sind. So kann diese Konstruktion für beliebige Raumlängen angewendet werden. Die einzelne, in ihrer Querrichtung kreisförmig gekrümmte Schale ist aus einheitlichen, im Werk vorgefertigten Elementen von 70 mm Dicke zusammengesetzt. Die Elemente sind jeweils an einer Seite mit einer Randrippe versehen. Drei Elementepaare, im Scheitel der Tonne gestoßen, werden an der Baustelle auf dem Erdboden zu Sektionen zusammengestellt. Das Versetzen erfolgt über einem montierbaren, weiterverwendbaren Lehrgerüst. Die einzelnen Schalensektionen werden durch horizontale Zugglieder aus Spannbetonfertigteilen zusammengespannt.

Professor Felix Candela, Mexiko

Eine optimale Ausnutzung der Schalenwirkung wird mit Schalenformen erzielt, deren Trageigenschaft in erster Linie auf der Übertragung von Druckkräften beruht.

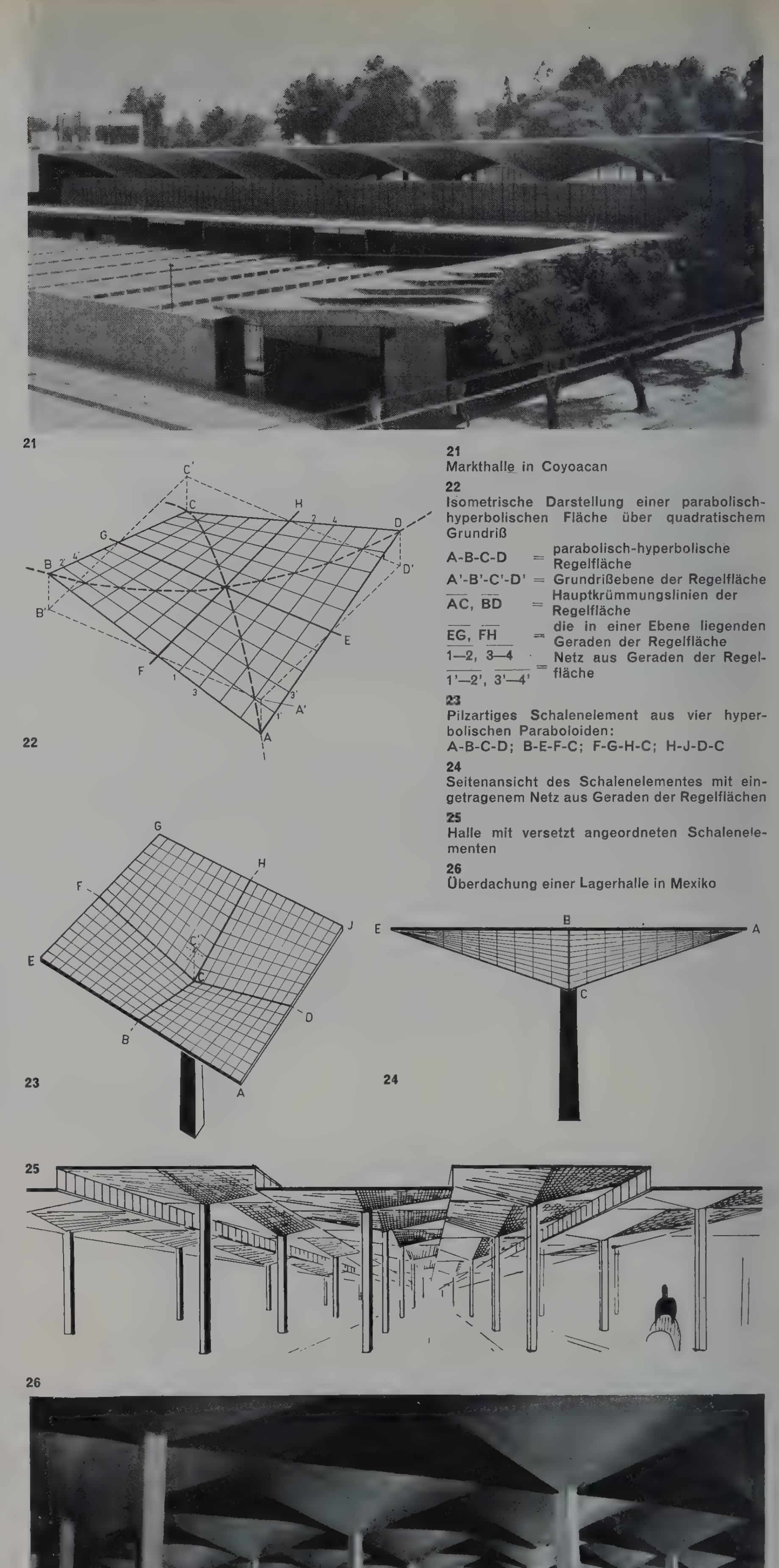
Diesem Prinzip wird durch solche Flächentragwerke wie Zylinder-, Shed- oder Tonnenschalen (Schalenträger), bei denen immer Randträger erforderlich werden, nicht voll entsprochen. Bei Schalenkonstruktionen mit großen Spannweiten tritt Stabilitätsgefährdung auf, so daß für die stützenfreie Überdeckung großer Hallenräume, Hänge- oder Seilnetzkonstruktionen geeigneter erscheinen, zumal sie eine einfachere Ausführung (Wegfall der Rüstungen) zulassen.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, entwickelte Professor Candela seine Schalenelemente. Sie wurden bereits bei vielen Bauvorhaben angewandt. Die von einer Mittelstütze getragene Schale hat quadratischen oder rechteckigen Grundriß, ihre Begrenzungslinien verlaufen in einer Ebene und höher als der Kopfpunkt der Stütze. Aneinandergereiht dienen diese Schalenelemente zur Überdeckung von Markt- und Lagerhallen, von Bahnsteigen und anderen Flachbauten. Die obere Belichtung solcher Hallen kann erreicht werden, indem die einzelnen Schalenelemente in der Höhe versetzt oder sheddachartig geneigt angeordnet werden. In umgestülpter Lage kann die Schale auch als Fundament benutzt werden.

Das einzelne Schalenelement besteht aus vier hyperbolischen Paraboloiden, das heißt aus doppelt gekrümmten Schalen mit entgegengesetzten Hauptkrümmungen, die eine Regelfläche bilden. Die Regelfläche entsteht durch Führung einer Geraden, der Erzeugenden, auf zwei nicht parallel zueinanderliegenden geraden Leitlinien. Bei einem hyperbolischen Paraboloid können zur Einschalung gerade laufende Schalungselemente verwendet werden. Das ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber solchen Schalen in Form von Rotations- oder Translationsflächen, deren Erzeugende Kurven sind.

I. Schönrock

Nach einem Vortrag von Professor Felix Candela, 1961, vor der BDA-Bezirksgruppe Berlin



21
Markthalle in Coyoacan

22
Isometrische Darstellung einer parabolisch-hyperbolischen Fläche über quadratischem Grundriß

A-B-C-D	=	parabolisch-hyperbolische Regelfläche
A'-B'-C'-D'	=	Grundrißebene der Regelfläche
AC, BD	=	Hauptkrümmungslinien der Regelfläche
EG, FH	=	die in einer Ebene liegenden Geraden der Regelfläche
1—2, 3—4 / 1'—2', 3'—4'	=	Netz aus Geraden der Regelfläche

23
Pilzartiges Schalenelement aus vier hyperbolischen Paraboloiden:
A-B-C-D; B-E-F-C; F-G-H-C; H-J-D-C

24
Seitenansicht des Schalenelementes mit eingetragenem Netz aus Geraden der Regelflächen

25
Halle mit versetzt angeordneten Schalenelementen

26
Überdachung einer Lagerhalle in Mexiko

Hyperbolisches Ellipsoid

Tankstelle „Liane" in Boulogne S/Mer

Architekt: Dufetel
Ingenieur: René Sarger



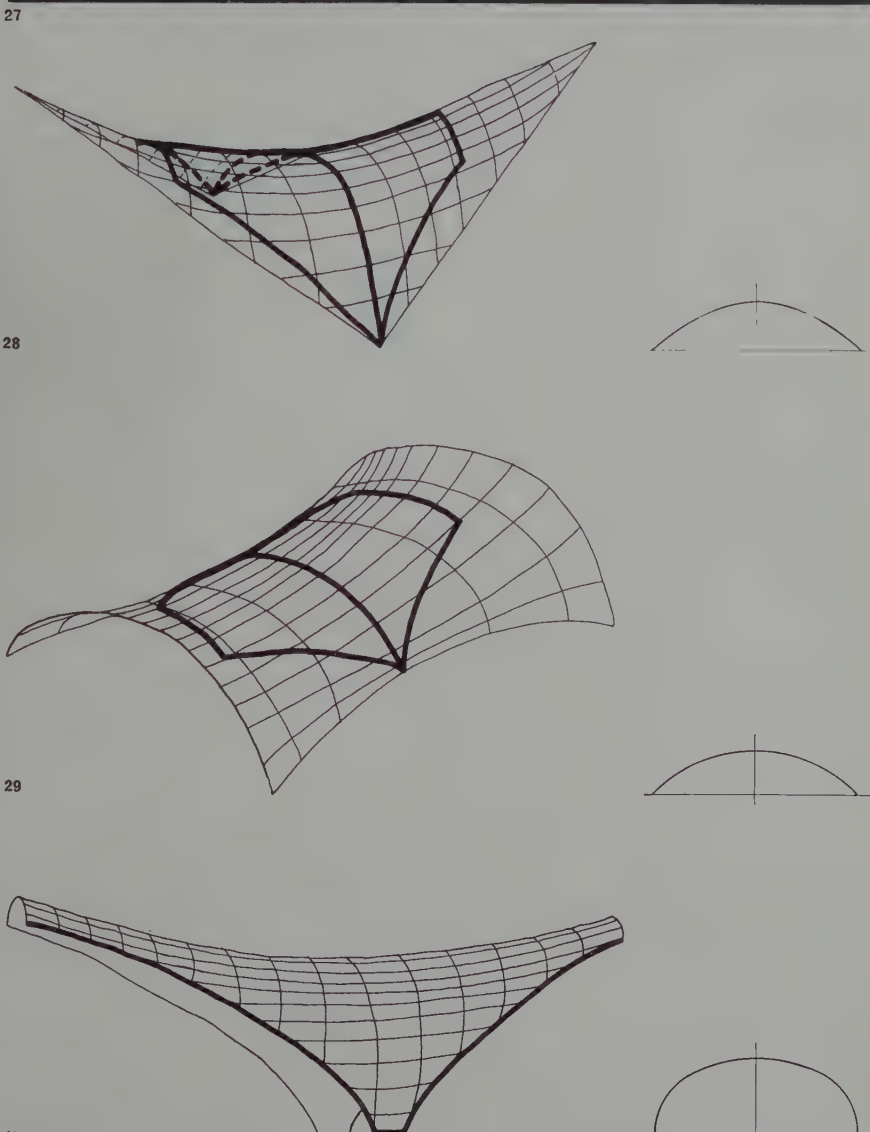
Die spezielle Form der bei der Tankstelle zur Ausführung gekommenen Schalenkonstruktion entstand in engem Zusammenwirken von Architekt und Ingenieur während des Entwurfs. Bisher waren die Betonschalen, die wir selbst und die andere gebaut hatten, entweder hyperbolische Paraboloide oder Ausschnitte aus Rotationshyperboloiden. Diese beiden Formen für die Tankstelle angewandt, hätten im Querschnitt durch die beiden Auflagerpunkte der Betonschale entweder eine Parabel — im Falle des Paraboloids — oder einen Kreisbogen — im Falle eines Rotationshyperboloids — ergeben. Beide Querschnittsformen boten jedoch keine günstige Möglichkeit der inneren Ausnutzung des Raumes. Der Architekt schlug aus diesen Gründen, aber auch aus Gründen der architektonischen Formgebung vor, dem Querschnitt der Schale die Form einer Ellipse zu geben.

Damit sah sich der Ingenieur vor eine Aufgabe gestellt, für deren Lösung es bislang noch keine Beispiele gegeben hatte. Es galt, ein hyperbolisches Ellipsoid zu konstruieren und — da eine solche Fläche regelbar ist — eine einfache Methode der Einschalung zu finden.

Die vorgesehene Betonschale hatte nur eine symmetrische Achse, die Ausladung nach der Vorderseite war größer als im hinteren Teil. Auf diese Weise wurde natürlich das normale Gleichgewicht der Schale gestört. Das erschwerte die Lösung der Aufgabe. Viele komplizierte Berechnungen und auch Modellversuche waren notwendig, um die erforderlichen Zugbänder an der Rückseite des Bauwerkes richtig zu bemessen. Von der rechnerisch einfacheren Lösung, nämlich einen Versteifungsbogen über den Auflagerpunkten der Schale vorzusehen, hatten wir von vornherein abgesehen.

Im Ergebnis unserer Bemühungen gelangten wir zu einer Lösung, die es uns erlaubte, 500 m² mit einer Betonschale von durchschnittlich 12 cm Dicke zu überdachen. Die zwei Auflagerpunkte der Schale liegen 23 m auseinander, die maximale Höhe des Bauwerkes beträgt 5 m.

René Sarger



27
Tankstelle „Liane"

28
Schalenform der Tankstelle bei Wahl eines hyperbolischen Paraboloids, Querschnitt im Auflagerpunkt: Parabel

29
Schalenform der Tankstelle bei Wahl eines Ausschnittes aus einem Rotationshyperboloid, Querschnitt im Auflagerpunkt: Kreis

30
Schalenform der Tankstelle bei Wahl eines hyperbolischen Ellipsoids, Querschnitt im Auflagerpunkt: Ellipse
Ausgeführte Form

Der Vizepräsident des Bundes Deutscher Architekten, Dipl.-Ing. Hans Gericke, begeht am 27. Juli 1962 seinen 50. Geburtstag. Die Mitglieder des Bundes kennen Dipl.-Ing. Gericke als einen Architekten, der sich mit seiner fachlichen und gesellschaftlichen Arbeit konsequent und tatkräftig für den Aufbau des Sozialismus in der Deutschen Demokratischen Republik einsetzt und sich der Verantwortung des Architekten stets bewußt ist. Sie kennen ihn insbesondere in seiner Arbeit im Bund Deutscher Architekten, an dessen Gründung und Entwicklung er als Vizepräsident einen entscheidenden Anteil hatte.



In Magdeburg geboren, studierte Hans Gericke an der Technischen Hochschule Hannover Städtebau und Siedlungswesen. Ein Semester konnte er sich an der Universität Rom dem Städtebau und der Baugeschichte widmen. Nach dem Kriege war er einer der ersten freiberuflichen Architekten, der angesichts des entmutigenden Ausmaßes der Zerstörung unserer Städte begriffen hatte, daß dieses Chaos nur in gemeinsamer Arbeit überwunden werden kann. Er arbeitete zunächst am Bauprogramm für die demokratische Bodenreform und wurde dann Mitbegründer des volkseigenen Projektierungsbüros Sachsen-Anhalt. Im Jahre 1952 wurde er als Stadtrat für den Aufbau in den Magistrat von Groß-Berlin berufen. Danach arbeitete er mehrere Jahre in der Deutschen Bauakademie.

Heute ist Dipl.-Ing. Gericke Stadtarchitekt von Groß-Berlin und für die Durchführung des im Volkswirtschaftsplan festgelegten städtebaulichen Programms für den Aufbau der Hauptstadt verantwortlich. Im Kollektiv des Stadtbauamtes wirkte er entscheidend bei der Aufstellung des Bebauungsplanes für das Stadtzentrum mit. Für diese Arbeit wurde er gemeinsam mit seinen Mitarbeitern mit dem Goethepreis der Stadt Berlin ausgezeichnet.

Seit sechs Jahren hat Dipl.-Ing. Gericke einen Lehrauftrag an der Humboldt-Universität Berlin über Städtebau.

Dipl.-Ing. Gericke nahm mit Erfolg an vielen Wettbewerben teil. Zu wichtigen Fragen der Architektur und des Städtebaus äußerte er sich in theoretischen Artikeln in der Fach- und Tagespresse. Seine kritischen Beiträge haben zur Meinungsbildung der Bevölkerung und der Fachkollegen in den Fragen der Architektur und des Städtebaus wesentlich beigetragen. Seine vielfältige Tätigkeit auf den verschiedensten Gebieten weisen ihn als einen schöpferischen Menschen unserer Zeit aus, der das fachliche Wissen mit den gesellschaftlichen Erkenntnissen zu vereinen weiß. Das zeigt sich besonders in seinem Wirken als Vizepräsident des Bundes Deutscher Architekten, das ihm die Anerkennung und die Achtung aller Kollegen eingetragen hat. Er ist Mitglied des Nationalrates der Nationalen Front des demokratischen Deutschland und Mitglied des Hauptvorstandes der National-Demokratischen Partei Deutschlands. Für seine erfolgreiche und vorbildliche Arbeit wurde ihm im Herbst 1961 der Vaterländische Verdienstorden verliehen.

Der Bund Deutscher Architekten dankt seinem Vizepräsidenten Hans Gericke sehr herzlich für seine großen Verdienste und wünscht ihm für seine künftige Arbeit weitere Erfolge und für sein persönliches Leben Gesundheit und Wohlergehen.

Der Präsident
des Bundes Deutscher Architekten
Professor Hanns Hopp

Informationen

Aus dem BDA

■ Vortrag über die Seilnetzkonstruktion

Am 16. März 1962 hielt Professor René Sarger, Paris, in Weimar einen Vortrag über das Thema „Von der Betonschale zur Seilnetzkonstruktion".

Mehr als 300 Zuhörer, Kollegen aus der Praxis, Angehörige des Lehrkörpers und Studenten aller drei Fachfakultäten der Hochschule für Architektur und Bauwesen waren erschienen.

Professor Sarger ging zunächst auf die Problematik ein, die sich aus dem Leichterwerden der Konstruktionen für die Stabilität des gesamten Bauwerks ergibt. Historisch gesehen ist eine ständige Verringerung des Konstruktionsgewichtes pro Quadratmeter überbauter Fläche zu beobachten. Die Belastungen aus Schnee und Wind sind dagegen konstant geblieben. Das bei den Römern übliche Konstruktionsgewicht von etwa 4 t/m² war im gotischen Wölbsystem bereits fünfmal geringer. In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts begann das Konstruktionsgewicht unter die Belastung aus den Windkräften abzusinken. Die ersten Stahlbetonschalen der zwanziger Jahre (Jena) hatten ein Gewicht von 150 bis 200 kg/m². Im letzten Jahrzehnt konnte mit Hilfe von Seilnetzkonstruktionen das Gewicht bis auf 15 kg/m² verringert werden. Waren die Windkräfte wegen des hohen Eigengewichts der Konstruktionen früher verhältnismäßig uninteressant, so werden sie nun zum wichtigsten Kriterium der Standsicherheit. Der alte Grundsatz, Stabilität durch Masse zu erreichen, kann nicht mehr befolgt werden. Das bringt aber Veränderungen in der Architektur mit sich. Auflagepunkte sind — auch in ästhetischer Hinsicht — nicht mehr Stützpunkte, sondern Punkte, an denen die Konstruktion gegen das Einwirken äußerer Kräfte festgehalten wird.

Seilnetz und Schale können in der Form ähnlich sein. Das hyperbolische Paraboloid ist gleichermaßen anwendbar für Schale und Seilnetz. Es gibt aber einen grundsätzlichen Unterschied in der Berechnung. Bei den einfach gekrümmten Schalen machten sich Versteifungsbögen notwendig, hauptsächlich wegen der von außen einwirkenden Windkräfte. Während des letzten Weltkrieges entdeckte man, daß doppelt gekrümmte Schalen steifer sind. Untersuchungen über die Festigkeit der Eierschalen wurden schon vor 100 Jahren in Frankreich durchgeführt. Jedoch war damals das Material noch nicht erfunden, dieses Prinzip in die Baukonstruktion einzuführen.

Die Schale ist eine in sich steife Konstruktion. Das Seilnetzwerk erhält seine Stabilität durch Vorspannung. Die Seilnetzkonstruktion wird so leicht, daß für ihre Stabilität nur noch die Windkräfte ausschlaggebend sind. Das Seilnetz ist durch zwei Bedingungen charakterisiert: Es hat eine doppelt gekrümmte Form und ist vorgespannt, wodurch die Stabilität erreicht wird. An Hand des von Professor Sarger konstruierten französischen Pavillons auf der Brüsseler Weltausstellung wurde das Prinzip der Seilnetzkonstruktion in statischer und technisch-konstruktiver Hinsicht erläutert.

Die Seilnetzkonstruktion bietet neue Ausdrucksmöglichkeiten. Formalismus wäre es jedoch, Seilnetzkonstruktionen ohne konstruktive Notwendigkeit und ohne Verständnis ihrer statischen Funktion lediglich um des gestalterischen Effektes willen anzuwenden.

Die zunächst theoretische, auf anschauliche Skizzen an der Wandtafel gestützte Darlegung des Stoffes wurde durch einen Farbfilm über einige von Professor Sarger konstruierte Bauten ergänzt.

An den Vortrag schloß sich eine Diskussion an, in der verschiedene Probleme ausführlicher behandelt werden konnten. Bei der Frage nach der Wirtschaftlichkeit wies Professor Sarger darauf hin, daß es für sie keine absoluten Maßstäbe gäbe. Die Wirtschaftlichkeit einer Konstruktion hänge von vielen, örtlich unterschiedlichen Bedingungen ab. Hinsichtlich des Aufwandes hat bereits heute die Seilnetzkonstruktion, obwohl sie noch in den Anfängen steckt, die Betonschale erreicht. Dr. Schädlich

■ Die Fertigungsbedingungen im Betonwerk und die Verbesserung der getypten Außenwandelemente

Bei der letzten Aussprache der Fachgruppe Industriebau der BDA-Bezirksgruppe Erfurt am 17. November 1961 wurde an Hand der im VEB Industrieprojektierung Erfurt bearbeiteten Ausführungsprojekte festgestellt, daß die unwirtschaftlich große Anzahl verschiedenartiger Außenwandplatten eine unbefriedigende Gestaltung zur Folge hat. Das typische Gestaltungsmerkmal der Fertigteilbauweise ist die Reihung gleicher Elemente zu einem klar gegliederten Bauwerk. Im Heft 1/1962 der „Deutschen Architektur" wurde über die damalige Diskussion berichtet.

Am 6. April 1962 ging es darum, dieses Gesprächsthema unter Teilnahme des Kollegen Möller, Leiter der Abteilung Baustoffe beim Bezirksbauamt Erfurt, und des Kollegen Regenhardt, Leiter der Abteilung Neue Baustoffe beim Institut für Baustoffe der Deutschen Bauakademie in Weimar, weiterzuführen und insbesondere auf die Qualität der Platten einzugehen.

Die getypten Fertigteile müssen so verbessert werden, daß für das Endprodukt ein Optimum und damit die ökonomische Lösung erreicht werden kann.

Wir leben in einer in politischer, ökonomischer und technischer Hinsicht revolutionären Epoche. Es ist noch nicht allzulange her, als die Konstruktion, dann die Funktion und schließlich die nationale Tradition als Gestaltungsmittel zum alleingültigen weltanschaulichen Prinzip im Bauwesen erklärt wurden.

Die gleiche Gefahr der Überbetonung einer Seite der Bauproduktion liegt heute in der Überbewertung der Ökonomie einzelner Teile der Bautechnologie.

Als Beispiel sei das Bestreben angeführt, Kompaktbauten unbedingt oberlichtlos auszubilden, um dadurch Baukapazität einzusparen. Diese Einsparung verursacht in bestimmten Fällen jedoch einen Mehraufwand an Betriebskosten, der bei Tagesbelichtung nicht notwendig wäre, wobei der konstruktive Aufbau einer tagesbelichteten Halle durchaus so gelöst werden kann, daß der Bauaufwand gegenüber der Typen-Shedhalle wesentlich verringert wird. Ebenso können auch einseitige Einsparungen bei der Herstellung der Typenelemente im Betonwerk zu einer empfindlichen Qualitätsminderung des Gesamtobjektes führen und dadurch die Gesamtökonomik des Bauwerks in Frage stellen.

Dieser undialektischen Denkweise müssen wir Architekten entgegentreten!

Unsere Aufgabe ist es, die verschiedenen Forderungen in der Projektierung zu koordinieren. Nur durch die Einheit von Funktion, Konstruktion, Gestaltung und Ökonomie wird ein hoher gesellschaftlicher Wert geschaffen. Weder der eine noch der andere Faktor dürfen aus falsch angewandtem Sparsamkeitsprinzip zum Selbstzweck werden. Das Billigste ist oft nicht das Ökonomischste!

Unsere getypte Großwandplatte besteht bekanntlich aus einem 17 cm dicken Leichtbetonkern mit beiderseitigen, 1,5 cm dicken Putzschichten, deren Kanten abgefast werden. In verschieden abgetöntem Grau kommen die Platten aus der Form. Mehr oder weniger lädiert werden sie dann montiert. Abgebrochene Ecken und zerstoßene Fasen werden ausgebessert. Die Platte ist außerdem zu schwer, so daß sie nicht an die Stütze gehängt werden kann. Dadurch entstehen komplizierte Lösungen für Wandöffnungen.

Die Praxis hat gezeigt, daß es in der Regel nicht gelingt, die Mindestansprüche an Genauigkeit beim Versetzen der Außenwandplatten zu erfüllen. Das liegt auch an mangelnder Maßhaltigkeit der verwendeten Formen.

Der Verlauf der Diskussion über diese Feststellungen ist unter folgenden Punkten zusammenzufassen:

Maßhaltigkeit der Platten
Die Anwendung von Stahlformen ist unbedingt durchzusetzen. Bei den zur Zeit verwendeten Holzschalungen ergeben sich spätestens nach zehnmaliger Verwendung Maßabweichungen bis zu 30 mm.

Die Gefahr der Maßabweichungen besteht in erhöhtem Maße bei den in Nordhausen entwickelten Außenwandplatten auf Anhydritbasis, und zwar durch das berüchtigte „Werfen" dieser Platten nach Durchfeuchtung durch Schlagregen.

Fugenausbildung
Die Erfahrung hat gezeigt, daß durch das „Schwinden" der Platte der Fugenmörtel reißt und ein allmähliches Durchfeuchten eintritt. Es wird darauf hingewiesen, daß entgegen den Typenunterlagen der Außenputz unbedingt in die Fuge hereinzuziehen ist. Das Institut in Weimar hat einen Fugenkitt auf Sterolbasis entwickelt, der diese Toleranzen aufnimmt.

Aufbau der Platten
Der jetzige Plattenaufbau ist in bezug auf seine bauphysikalischen Eigenschaften völlig ungenügend. Die erforderliche Wärmedämmung und Wärmespeicherung sind bei einer einschaligen Platte erst bei einem Gamma von 1,0 gewährleistet. Diese Forderung kann durch Schaumbeton erfüllt werden.

Eine einwandfreie Lösung würde jedoch nur eine mehrschichtige Außenwandplatte bringen, und zwar mit einer anorganischen Dämmschicht, einer wasserabweisenden Außenplatte und einer tragenden Schwerbetonschicht. Die Herstellung wäre mit dem Gleitfertiger WD II möglich.

Oberflächenbehandlung

Der Herstellung einer guten Oberfläche in der Vorfertigung steht nichts entgegen, wenn die dazu erforderlichen Mittel vorgesehen werden. Die bei uns hergestellten Eisenoxydfarben sind einwandfrei und erfüllen voll die an sie gestellten Anforderungen. Voraussetzungen zur Herstellung des farbigen Außenputzes sind:

Verwendung von Portland-Zement oder Weißzement, der aus der Ungarischen Volksrepublik in beschränktem Umfange eingeführt wird;

gewaschene Sande;

Einhaltung der Sieblinie beim Mischen der verschiedenen Korngrößen;

Anwendung von Schalungsplatten aus Kunststoff an Stelle der Öle, die auf der Platte Flecken zurücklassen.

Das Institut für Baustoffe in Weimar hat einen Farbkatalog entwickelt, der über die Mischungen Farbe—Zement Auskunft gibt. Die Drucklegung des Katalogs ist leider noch nicht erfolgt.

Ebenso sind die Herstellung von Strukturen durch Einwalzen mittels Gummiwalze und das Aufbringen von Vorsatzbeton aus Granit oder Schiefersplitt technisch gelöst.

Kollege Möller wies nochmals darauf hin, daß eine wirtschaftliche Plattenfertigung durch das laut Typenkatalog immer noch verbindliche große Sortiment nicht möglich ist. Das Betonwerk Rudolstadt/Thür. hat im Jahre 1961 Industrie-Außenwandplatten vorwiegend nach Typenunterlagen in 743 verschiedenen Formen herstellen müssen. Ausschlaggebend für diese hohe Zahl sind die Giebelwandplatten.

In der Aussprache kam immer wieder zum Ausdruck, daß eine enge Verbindung des Architekten mit dem Hersteller der Bauelemente und dem Baustoffspezialisten von hohem Wert ist.

Diese Veranstaltung der Fachgruppe Industriebau hat insbesondere dem im VEB Industrieprojektierung wirkenden Arbeitskreis einiger Architekten, der an der Verbesserung der Typenelemente arbeitet, neue Anregungen gegeben. Wolfgang Häuptner

Besichtigung der neuerbauten polytechnischen Oberschule in Dresden, Seevorstadt Ost

Im März 1962 wurde von Professor Rettig, Technische Universität Dresden, ein Gutachten über die polytechnische Oberschule in der Seevorstadt Ost verfaßt. In diesem Gutachten werden offensichtliche Projektierungsfehler aufgeführt. Die Fachgruppe Wohn- und gesellschaftliche Bauten der BDA-Bezirksgruppe Dresden besichtigte die Schule am 25. April 1962 unter Führung des Architekten Paszkier vom VEB Hochbauprojektierung Dresden und des Bauleiters Köhler vom VEB (St) Wohnungsbaukombinat Dresden, damit sie erforderlichenfalls zu den Mängeln Stellung nehmen kann.

Es handelt sich bei diesem Projekt um eine 26-Klassen-Schule für 950 Schüler. Folgende Kosten wurden angegeben: pro Quadratmeter 510 DM, pro Kubikmeter umbauter Raum 75 DM und pro Schülerplatz 1520 DM.

Das Typenprojekt wurde nach den Grundlagen der Deutschen Bauakademie im VEB Hochbauprojektierung Rostock ausgearbeitet und vom VEB Hochbauprojektierung Dresden den örtlichen Verhältnissen angeglichen. Die Erstausstattung für die Schule, die das Ministerium für Volksbildung selbst übernommen hatte, zeigt Mängel: Die Beleuchtungskörper entsprechen nicht ihrem Zweck, Gardinenaufhängevorrichtungen fehlen, und verschiedene Einrichtungsgegenstände scheinen nach dem im Handel gerade vorhandenen Angebot gekauft worden zu sein.

Da die Kollegen vom VEB Hochbauprojektierung Dresden lediglich Angleichungsarbeiten ausführen durften und demzufolge keine Möglichkeit hatten, einzelne Mängel zu beseitigen, müssen leider unansehnliche Konzentrationen von Rohrbündeln und Schleppen bei einzelnen Zimmern in Kauf genommen werden.

Besichtigt wurde der 100 m lange dreigeschossige Baukörper mit Steildach. Die geplante Turnhalle und der geplante Hortraum für 150 Schüler, die durch Verbindungsbauten in U-Form an den Schulbaukörper angeschlossen werden sollen, wurden auf dem Plan eingesehen.

In dem Verbindungsbau zur Turnhalle sind Werkräume und in dem Verbindungsbau zum Hortraum die Küchenanlage mit Eßraum vorgesehen. Der Turnhalle angeschlossen sind ein Waschraum, Umkleidezimmer und ein Stuhlraum. Über die Turnhalle soll ein Musikzimmer gelegt werden.

Die Teilnehmer besichtigten ein Lehrerzimmer, einen Lehrmittelraum, ein Klassenzimmer für 36 Kinder (48 m²), WC-Anlagen, das Direktionszimmer, die Spezialklassenräume für Physik, Biologie und Chemie mit den entsprechenden Vorbereitungsräumen, den Personalraum für Reinigungskräfte und das Dachgeschoß.

Grundsätzlich konnten die von Professor Rettig festgestellten Mängel bestätigt werden:

Das Lehrerzimmer enthält im Anschluß an eine Schrankwand ein Rohrbündel und ein Waschbecken, es ist schlecht ausgeleuchtet und Steckdosen für den Anschluß zusätzlicher Platzleuchten fehlen.

Der besichtigte Lehrmittelraum soll als Pionierleiterzimmer genutzt werden, ebenso sollen einige Nebenräume anders genutzt werden als ursprünglich vorgesehen.

Die Lüftung der Klassenzimmer — Querlüftung mittels hochgelegenem, schwer zu bedienendem Kippfenster über der Tür nach dem Gang, ohne weitere Belüftung — ist unzureichend. Der Kippflügel im unteren Bereich des Klassenfensters ist lüftungstechnisch falsch angebracht.

Die WC werden auch nach dem Gang entlüftet. Hierzu wurde jedoch vom Bauleiter gesagt, daß die Lüftungsfenster im Gang ursprünglich als Belichtungsfenster gedacht waren und künftig wieder als solche dienen sollen. Die WC-Zellen sind nur 1,35 m tief, so daß die Becken bis auf das Äußerste zurückgesetzt werden mußten, um die Tür nach innen öffnen zu können.

Die Lage des Biologieraumes nach Norden wird für sehr ungünstig gehalten.

Der Personalraum für Reinigungskräfte ist ohne Waschbecken und eingebaute Garderobenschränke.

Die Größe des Dachgeschosses ist unwirtschaftlich; es wird aus hygienischen Gründen kaum genutzt werden können.

Bei Zimmertüren, Trennwänden für WC und Klassenfenstern wurde Holz verschwendet.

Die Lage der Schule ist ungünstig. Die Klassenzimmer liegen vorwiegend nach Osten, während die WC-Anlagen nach Westen gerichtet sind. Die Eingangssituation wurde für falsch situiert empfunden, da sie nicht zum eigentlichen Einzugsbereich orientiert ist. Der Pausenhof der Schule grenzt an das Wohngebiet, so daß die Schulkinder über drei Straßen zum Eingang gelangen. Wie der Bauleiter erklärte, soll aus dieser Erkenntnis heraus der Zugang über den Pausenhof erfolgen, damit würde die eigentliche Eingangspartie mit Vorplatzgestaltung funktionslos.

Interessant war auch das Problem der Unterkellerung. Gründungstechnisch bot sich Kellerraum an, er mußte jedoch, weil im Typenprojekt kein Kellerraum vorgesehen ist, mit großem Aufwand verfüllt werden. Lediglich in der Mitte des Schultraktes wurde ein kleiner Teil für die Heizverteilerzentrale unterkellert.

Abschließend kamen die Teilnehmer zu der Feststellung, daß der Verfasser des Typenprojektes nur wenig Erfahrungen auf dem Gebiete des Schulbaus gehabt haben kann und daß es dringend notwendig ist, endlich erfahrene Fachleute maßgeblich in die Entwicklung verbindlicher Typenprojekte einzubeziehen. Ullrich-Augart

Der Redaktion sind ähnliche Mängel des hier besprochenen Typenprojektes bekannt geworden. Sie bittet die Kollegen in den Projektierungsbetrieben, die gleiche oder andere Erfahrungen mit diesem Typenprojekt gemacht haben, in die Diskussion über die Verbesserung der Typenprojekte einzugreifen und ihre Vorschläge der Zentralen Fachgruppe Wohn- und gesellschaftliche Bauten im BDA zuzusenden, so wie es im Beitrag „Diskussion über die Typenentwürfe für gesellschaftliche Bauten" im Heft 4 und 5/1962 angeregt wurde.

Internationale Zusammenarbeit

Die Entwicklungsrichtung beim Bau gesellschaftlicher Gebäude in der Sowjetunion

Die Bauten des Stadtzentrums der Hauptstadt der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, sollen auf Beschluß der Stadtverordnetenversammlung von Groß-Berlin in der Stahlbetonskelett-Montagebauweise errichtet werden. Bei dieser Aufgabe stehen die Berliner Architekten, Ingenieure und Bauschaffenden vor komplizierten und schwierigen Problemen. Die Erfahrungen der letzten Jahre und die bereits gewonnenen Erkenntnisse machen deutlich, daß eine enge Zusammenarbeit mit dem sowjetischen Bauwesen ganz besonders für diese Aufgabe notwendig ist.

In den Monaten Januar und Februar 1962 besuchten daher auf Beschluß der Deutsch-Sowjetischen Kommission für Technisch-Wissenschaftliche Zusammenarbeit sechs Fachleute aus dem Berliner Bauwesen die Sowjetunion.

Die Delegation setzte sich aus einem Wissenschaftler, einem Architekten und vier Fachingenieuren der Bauproduktion zusammen und hatte die Aufgabe, sich über den Entwicklungsstand der Bauweisen für gesellschaftliche Bauten und

über den Stand der Vorfertigung, Transport, Montage und über die Organisationsformen der Bauproduktion zu informieren sowie

einen Erfahrungsaustausch über die Berliner Entwicklung der Stahlbetonskelett-Montagebauweise 2 Mp für die Bauten des Stadtzentrums durchzuführen.

Den größten Teil ihrer Zeit verbrachte die Delegation in Leningrad. Hier wurden unter anderem Lensowjet, Lenprojekt, die Hauptverwaltung Glawleningradstroi, die Hauptverwaltung für Baustoffe, Leningradorgstroi, das Wohnungsbaukombinat Nr. 1 sowie dessen im Bau befindliche Wohnkomplexe besucht. In Moskau informierte sich die Delegation in der Akademie für Bauwesen der UdSSR, im Institut für Experimentelle Projektierung, auf der Allunionsausstellung (Bauausstellung) und im Betonwerk Nr. 6.

Typen für Wohngebäude werden in der Sowjetunion im traditionellen Bauen in der Ziegelbauweise und im industriellen Bauen in der Plattenbauweise maximal angewandt. Daneben gibt es Industriegebäude und vielgeschossige gesellschaftliche Bauten in Stahlbetonskelett-Montagebauweise.

Die Plattenbauweise wird vorwiegend im mehrgeschossigen Wohnungsbau angewandt. Interessant war die Tatsache, daß in Leningrad andere Wohnungstypen in der Plattenbauweise als in Moskau entwickelt und außerdem Typen für gesellschaftliche Bauten in der Plattenbauweise, wie zum Beispiel Schulen, Kinderkrippen und Kindergärten, ausgearbeitet werden. Die Leningrader Plattenbauten unterscheiden sich im wesentlichen nur konstruktiv von den Moskauer Typen, in der Baudurchführung gibt es aber grundsätzliche Unterschiede. In Leningrad werden Fertigteilfundamente — auf eingerammten Stahlbetonrohren montiert — verwendet. Die Gebäude haben ein innenliegendes Skelett, die Deckenelemente sind an vier Punkten aufgelagert und nur 8 cm stark. Die leichten Trennwände bestehen aus Schlackenbeton, der Fußboden ist als Parkett mit Unterkonstruktion aufgebaut. Die Leningrader Typen sind damit konstruktiv nicht mit den Moskauer Entwicklungen Lagutenko und Koslow identisch.

Jede Wohnung besitzt ein innenliegendes Bad in Form einer vorgefertigten Raumzelle. Die Gebäude sind nicht unterkellert, da sie mit Zentralheizung versehen sind und jede Wohnung einen geräumigen Abstellraum (Schrankraum) besitzt. Mit der Montage der Gebäude wird erst nach Abschluß der gesamten Tiefbauarbeiten (Straßen, Leitungen, Fundamente) angefangen, der Ausbau beginnt während der Montage in den Geschossen, die bereits an die Zentralheizung angeschlossen sind.

Die Typenprojekte in Leningrad sind nach unserer Meinung ideal auf die Belange der Bauproduktion abgestimmt. So besteht ein Wohnhaus (vier Geschosse = 60 WE) aus 80 verschiedenen und ins-

gesamt 700 Elementen. Eine Komplexserie für Hotels, Wohnhäuser, Heime, Kindergärten weist insgesamt 130 verschiedene Elemente auf. In diesen Zahlen sind die Abstufungen der Elemente hinsichtlich Betonqualität und Bewehrung mit enthalten!

Dieser Entwicklungsstand in Leningrad gestattet den Bau von jährlich etwa 40000 Wohnungen, von denen die meisten Zweizimmerwohnungen sind. Ein Typ wird mindestens drei Jahre lang gebaut. Die straffe Organisation des Leningrader Bauwesens gewährleistet eine enge Verbindung zwischen dem Projektanten und der Bauproduktion. So bearbeitet im Lenprojekt eine Abteilung selbständig einen Stadtbezirk auf dem Gebiete des Hochbaus. Dem Stadtbezirk wiederum ist ein Wohnungsbaukombinat (Kapazität drei Sektionen pro Tag) zugeordnet, das nur einen Wohnungstyp produziert. In diesem Kombinat überarbeitet die technologische Abteilung ständig die einzelnen Elemente, um die Vorfertigung zu verbessern, ohne dabei jedoch den Typ grundsätzlich zu verändern.

Der Monotonie in diesen Stadtbezirken wird durch unterschiedliche Farbgestaltung und Keramikverkleidung erfolgreich entgegengewirkt. Problematisch ist auch hier die Ausbildung der Fugen.

In Leningrad wurden durch diese straffe Ordnung im Wohnungsbau unter anderem die Kosten pro Quadratmeter Wohnfläche von 180 Rubel (einschließlich Ausbau) in der Ziegelbauweise auf 81 Rubel (einschließlich Ausbau) in der Plattenbauweise gesenkt. Neue Methoden in der Vorfertigung, wie zum Beispiel die Anwendung der Hubtaktstraße (auf 350 m² Produktionsfläche wird im Jahr eine Produktion von etwa 50000 t erzielt), ermöglicht unter anderem diese umfangreiche Kostensenkung.

In der Sowjetunion sind gesellschaftliche Gebäude in Stahlbetonskelett-Montagebauweise bisher nicht getypt. Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen ergaben, daß sich diese Bauweise nur für Gebäude mit mehr als fünf Geschossen eignet. Das ist einer der Hauptgründe für die Entwicklung der gesellschaftlichen Bauten im Wohngebiet in der Plattenbauweise. Ein anderer Hauptgrund ist die maximale Ausnutzung der vorhandenen Plattenwerke. Selbstverständlich werden gesellschaftliche Bauten, wie zum Beispiel zehn- bis vierzehngeschossige Hotels, in der Stahlbetonskelett-Montagebauweise — Laststufe 5 Mp! — errichtet. Diese Gebäude sind jedoch individuelle Projekte, für die jeweils neue Stahlformen für die Vorfertigung der Elemente angefertigt werden. Die Verbindung der Knotenpunkte wird in jedem Falle geschweißt. Es ist nicht beabsichtigt, die Stahlbetonskelett-Montagebauweise für gesellschaftliche Bauten ähnlich unserer Entwicklung auszuarbeiten. Das Hauptgewicht wird neben der Verbesserung der Plattenbauweise auf die Entwicklung des Baukastensystems in enger internationaler Abstimmung gelegt. Die sowjetischen Erfahrungen in der Plattenbauweise — hier liefen Forschung, Entwicklung, Musterund Experimentalbauten, Typung und Serienfertigung etwa parallel — ergaben folgenden Zeitablauf für die Anwendung des Baukastensystems:

Abschluß der Forschungsarbeiten im Jahre 1962; Experimentalbauten in den Jahren 1963/64;

Auswertung, Ausarbeitung der Typenprojekte und Projekte für die Vorfertigungswerke in den Jahren 1964/65;

Beginn der etappenweisen Umstellung der Bauproduktion auf das Baukastensystem ab 1965.

Kennziffern des Baukastensystems

Großraster 6000 mm × 6000 mm
Modul 1200 mm
Laststufe 5 Mp
Selbsttragende Außenhaut
Geschweißte Verbindungen
Beschleunigung des Abbindevorganges in der Vorfertigung mittels Dampf

Welche Gedanken liegen dieser Entwicklung zugrunde? Die wichtigsten Gebäude werden entsprechend ihren konstruktiven und funktionellen Besonderheiten zu vier Hauptgruppen zusammengefaßt:

1. Wohngebäude, mittlere Hotels, Erholungsheime, Kindergärten, Kinderkrippen, Sanatorien, Studentenheime — Plattenbauweise

2. Schulen, Internate, Krankenhäuser, Läden, Kinos, leichte Industriegebäude, Verwaltungsgebäude, Institute — leichte Skelettmontagebauweise mit vorgehängten Platten

3. Schwerer Industriebau — schwere Skelettmontagebauweise

4. Hallenkonstruktionen — Skelettmontagebauweise

Innerhalb jeder Hauptgruppe erfolgt die weitgehende Unifizierung der Elemente. Einzelne Elementegruppen werden dabei so entwickelt, daß sie auch in anderen Hauptgruppen Anwendung finden können. Diese Unifizierung erfolgt in drei Etappen:

Erste Etappe = Unifizierung der Elemente innerhalb der einzelnen Hauptgruppen

Zweite Etappe = Unifizierung der Elemente zwischen den einzelnen Hauptgruppen

Dritte Etappe = Unifizierung der einzelnen konstruktiven Verbindungen (Knotenpunkte)

Unifizierung heißt nicht, alle Elemente „in einen Topf werfen". Parallel dazu werden entsprechende Grundsätze für die Organisation der Bauproduktion ausgearbeitet. So werden zum Beispiel Vorfertigungswerke, die bis 1965 errichtet werden, bereits auf diese Prinzipien orientiert.

Die Delegation konnte nicht nur dem eigentlichen Zweck des Besuches entsprechende Erfahrungen sammeln, sondern auch auf anderen Gebieten aufschlußreiche Feststellungen treffen. So wurde von ihr eine Fahrzeughalle in Leningrad (40 m × 40 m Spannweite) aus zusammengespannten, vorgefertigten, 3 m x 3 m großen Schalen besichtigt. Leningrad ist ebenso stolz auf eine weitere Hallenkonstruktion aus zusammengespannten, vorgefertigten, trogartigen Schalen mit einer Spannweite von 100 m (Fertigungshalle im Betonwerk).

In Leningrad wird die automatische Gütekontrolle für alle Stahlbetonmassenelemente mittels Ultraschall und Isotopenmethode vorbereitet. Damit erhält jedes Element einen technischen Paß.

Wir stellten weiter fest, daß sich die bautechnischen Bestimmungen teilweise grundsätzlich von unseren Bestimmungen unterscheiden. So fällt zum Beispiel jegliche Transportbewehrung für Stahlbetonelemente weg, da sie grundsätzlich in Einbaulage transportiert werden.

In der vorangegangenen Darlegung war es nicht möglich, auf alle gewonnenen Erkenntnisse einzugehen. Die Ergebnisse der Reise haben uns sehr deutlich gezeigt, daß sich das Bauwesen der Deutschen Demokratischen Republik nur in enger internationaler Zusammenarbeit mit den Ländern des sozialistischen Lagers, vor allem mit der Sowjetunion, weiterentwickeln kann.

Die Delegation hat dem Ministerium für Bauwesen und dem Stadtbauamt von Groß-Berlin einen ausführlichen Bericht zur Auswertung übergeben.

Gottfried Klieber, Joachim Härter

Tagungen

Das II. Symposium über Gebietsplanung in Weimar

Vom 10. bis 12. April 1962 wurde vom Lehrstuhl für Gebiets- und Städteplanung der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar das II. Symposium über Gebietsplanung durchgeführt. Professor Dr.-Ing. Küttner eröffnete das Symposium mit dem Hinweis auf die Aufgaben des Volkswirtschaftsplanes 1962 als einem Plan der Konzentration aller Kräfte zur Stärkung der ökonomischen Grundlagen der Deutschen Demokratischen Republik. Darauf muß auch die wissenschaftliche Arbeit systematisch orientiert werden. Die Erhöhung des Nutzeffektes der Investitionen, die Verkürzung der Bauzeiten sowie der Fristen für die Produktionsaufnahme sind hierfür entscheidende Ziele.

Die Tagesordnung umfaßte fünf Problemkreise:

Mathematik in der Gebietsplanung

Komplex-territoriale Volkswirtschaftsplanung

Territoriale Auswirkungen der ökonomischen Entwicklung

Entwicklung und Rekonstruktion des Siedlungsnetzes

Gebietsplanung und industrielles Bauen

Das II. Gebietsplaner-Symposium besuchten 176 Teilnehmer; 32 Prozent kamen aus wissenschaftlichen Einrichtungen, Hoch- und Fachschulen, 3 Prozent aus zentralen staatlichen Verwaltungen, 56 Prozent aus der Verwaltungs- und Entwurfspraxis der Bezirke, Kreise und Städte und 9 Prozent aus sonstigen Stellen.

Zum ersten Hauptthema sprach Professor Dr.-Ing. Küttner über die Anwendbarkeit der Kybernetik und über die mathematische Programmierung in der Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung; Dipl.-Geograph Zauche, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, schilderte Arbeitsmethoden der Gebietsplanung zur Vorbereitung und Auswertung mathematisch-optimierter Standortbeziehungen und Dr. paed. Hellwich, Institut für Ökonomie der Deutschen Bauakademie Leipzig, behandelte Probleme der Optimierung von Baustofftransporten. Professor Küttner berichtete über praktische Arbeitsergebnisse in der Anwendung der linearen Programmierung, Dipl.-Geograph Zauche zur Ermittlung optimal günstiger Makrostandorte und Dr. Hellwich zur Bestimmung der günstigsten Transportwege bei Baustofftransporten. Damit wurde die volkswirtschaftlich große Bedeutung der Anwendung der mathematischen Verfahren in der Gebietsplanung dargelegt.

Professor Küttner unterstrich die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der regionalen Urbanistik und ihre enge Verflechtung mit der gesamten Volkswirtschaftsplanung. Die Mathematik und kybernetische Modelle als Hilfsmittel der gebietsumfassenden Planung sind notwendig, damit die Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung gegenüber der Entwicklung der Volkswirtschaft nicht in Rückstand gerät. In der Sowjetunion, der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik, der Volksrepublik Polen und der Ungarischen Volksrepublik ist die Anwendung der Mathematik auf ökonomischem Gebiet weiter gediehen als bei uns. Entscheidend für die Anwendung der Mathematik in der Gebietsplanung ist aber die Bereitstellung des zu optimierenden Zahlenmaterials. Die erst 15 Jahre alte Querschnittswissenschaft Kybernetik ist „die Wissenschaft von den möglichen Verhaltensweisen möglicher Strukturen, und zwar nicht irgendwelcher Strukturen, sondern dynamischer Strukturen, die in zeitabhängige Prozesse eingebettet sind ... Deswegen kann die Kybernetik nicht nur beitragen, tatsächlich existierende Strukturen und ihre Verhaltensweisen besser verstehen zu lehren, sondern sie wirkt auf dieser Grundlage als ein Instrument der theoretischen Voraussage ... möglicher Verhaltensweisen dynamischer Strukturen" (Klaus). Unter Hinweis auf die Regeltechnik und das Wesen des Regelkreises stützte sich Professor Küttner weiter auf Professor Klaus: „Als allgemeine Theorie der dynamischen, selbstregulierenden und selbststabilisierenden Systeme ist die Kybernetik für die Untersuchung ökonomischer Prozesse von größter Bedeutung. Wenn nachgewiesen wird, daß ökonomische Systeme kybernetische Systeme sind, dann ist die Anwendbarkeit der Mathematik auch auf die dynamischen Prozesse der Ökonomie theoretisch bewiesen; denn die Kybernetik ermöglicht es, dialektische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren." Da erst der Sozialismus die planmäßige und proportionale Entwicklung der gesamten Volkswirtschaft und ihres Territoriums, ganzer Gebiete, Städte und Dörfer möglich und zugleich notwendig macht, ist zu prüfen, welche Hilfe die neue Querschnittswissenschaft Kybernetik für die Untersuchung regionalökonomischer Strukturen, für deren Analyse und für die territoriale und regionale Perspektivplanung bietet.

Auf Grund der Erfahrungen mit der linearen Programmierung seit dem I. Symposium für Gebietsplanung im Jahre 1961 beurteilte Professor Küttner nunmehr die neuen Aufgaben und Möglichkeiten in der Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung in diesem Rahmen wie folgt:

1. Anwendung methodologischer Prinzipien der Kybernetik auf die Analyse und die künftige Entwicklung der Strukturen von Gebieten und ihren Teilen, zum Beispiel von Bezirken und Kreisen, Städten und ihren Wohn- und Industrievierteln, Dörfern und ihren Produktionsflächen.

2. Anwendung der mathematischen Programmierung zur Optimierung von
Flächennutzungsplänen,
Bebauungsplänen der Städte und Produktionsanlagen,
Straßennetzen der Städte und landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften,
Transportströmen.

3. Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Optimierung von Baustandorten.

Die Diskussion brachte Anregungen, sich in der Erfassung und Darstellung der Bevölkerungsbewegungen im Gebiet für Zwecke der Perspektivplanung über die bisherigen mathematischen Verfahren hin-

aus der neuen Möglichkeiten zu bedienen. Bei den Aufgaben der Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung ist stets zu prüfen, welche Möglichkeiten durch zureichende regionale Kenntnisse und Erfahrungen, durch listenmäßige, graphische und besonders durch kartographische Darstellungsweisen bereits gegeben sind; für welche Zwecke mathematische Verfahren unerläßlich sind (Promilleraten in der Bevölkerungsentwicklung bestimmter Gebiete) und wo bis zur Mathematik in der Kybernetik fortzuschreiten ist.

Die zweite Hauptthematik beschäftigte sich mit Fragen der komplex-territorialen Volkswirtschaftsplanung. Dipl. oec. Dietrich von der Plankommission des Rates des Bezirkes Halle referierte über ökonomische und technisch-gestalterische Gebietsplanung und über ihren Zusammenhang mit der Volkswirtschaftsplanung; Dr. rer. oec. Hacker vom Institut für Verkehrsforschung, Berlin, sprach über Verkehrsbezirke und Wirtschaftsgebiete im System einer komplexen Transportplanung; Dipl. oec. Seibert von der Bezirksstelle Halle der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik behandelte Aufgaben, Inhalt und Bedeutung der Territorialstatistik.

Die Diskussion brachte die Klarstellung, daß die Gebietsplanung in der Volkswirtschaftsplanung verankert ist, aber die weitsichtige Perspektivplanung ihre Probleme nicht nur aus der Planung des laufenden Volkswirtschaftsjahres bezieht.

Das dritte Hauptthema betraf die territorialen Auswirkungen der ökonomischen Entwicklung. Das Hauptreferat hierzu hielt Professor Dr. Klitzsch von der Hochschule für Maschinenbau Karl-Marx-Stadt. Professor Klitzsch wies nach — besonders durch Beispiele aus dem Maschinenbau belegt —, daß übergroße Betriebseinheiten unökonomisch werden können. Anstatt der bisherigen Agglomeration wird in gewissem Umfange Deglomeration möglich; sie erleichtert die Korrektur fehlerhafter Gebietsstrukturen. Dipl.-Ing. Jaenisch von der Arbeitsgruppe Gesundheitsbauten beim Institut für Sozialhygiene, Berlin-Lichtenberg, behandelte territoriale Gesichtspunkte bei der Planung und Entwicklung der Einrichtungen des Gesundheitswesens im Bezirksmaßstab. Bauingenieur Weinrich vom Entwurfsbüro für Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung Erfurt sprach über territoriale Gesichtspunkte bei der Standortbestimmung von Handelseinrichtungen in Stadtgebieten. Der Pädagoge Trautmann von der Abteilung Volksbildung des Rates des Bezirks Erurt legte die territorialen Gesichtspunkte bei der Entwicklung der Einrichtungen der Volksbildung im ländlichen Siedlungsbereich dar.

In der Diskussion wurden alle vier Themen behandelt. Als besonders wichtig wurden die Schlußfolgerungen aus der gesamttechnischen Entwicklung für die Planung der Strukturen ganzer Gebiete bewertet, und zwar vornehmlich zur Überwindung der Disproportionen als Erbe aus der kapitalistischen Vergangenheit.

Die Erörterung des vierten Hauptproblems (Entwicklung und Rekonstruktion des Siedlungsnetzes) wurde mit Thesen von Dipl.-Ing. Kalisch, Abteilung Territoriale Koordinierung und Gebietsplanung der Staatlichen Plankommission, über Grundzüge der Entwicklung und Veränderung unseres städtischen und ländlichen Siedlungsnetzes eingeleitet. Professor Dipl.-Ing. Architekt Räder von der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar sprach über Städtebau und Siedlungsnetz. Dabei stellte er die Forderung nach einer Urbanisierung der Landschaft auf. Sie ermöglicht den vom Sozialismus seit mehr als 100 Jahren geforderten Ausgleich von Stadt und Land. Die Devise der sowjetischen Städtebauer: „Laßt uns Städte bauen für die Menschen" erhält durch den Planungsgesichtspunkt der Urbanisierung der Landschaft eine besondere Bedeutung.

Dipl.-Ing. Kolb von der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar referierte über Aufgaben, Inhalt und Bedeutung einer Wasserbilanz als Beispiel für Bilanzierungsmethoden in der Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung. In der Diskussion gab gerade dieses Referat Anlaß, die außerordentlichen Schwierigkeiten zu beraten, die durch den hohen und steigenden Trinkwasserbedarf auftreten. Die Problematik der Gebiets- und Stadtentwicklung im Gebiet von Leipzig behandelte Dipl.-Ing. Löber, Entwurfsbüro für Gebiets-, Stadt- und Dorfplanung Leipzig.

Dipl.-Ing. Harnisch vom Bezirksbauamt Gera sprach über Planungsgrundzüge der Mittelstadt Jena. Dieser wertvolle Beitrag zeigte sowohl die ökonomischen Vorteile der Agglomeration als auch die Nachteile der Ballung.

Schließlich schilderte Architekt Steinecke vom Kreisbauamt Sömmerda die Probleme der Kleinstadt Sömmerda.

Als fünfte Hauptthematik wurde der Komplex Gebietsplanung und industrielles Bauen erörtert. Professor Dr.-Ing. Küttner wies nach, daß die Vorarbeiten für ein rationelles industrielles Bauen bereits in der Gebietsplanung beginnen. Wenn dies beachtet wird, kann durch die Gebietsplanung eine Kostensenkung erreicht werden, die manchmal die Kostensenkung durch Verbesserung der Technologie übertrifft. Auf drei Problemkreise wurde eingegangen: auf die territoriale (regionale) und zugleich zeitliche Zusammenfassung der Bauvorhaben, auf die langfristige optimale Standortfestlegung der Bauproduktionszentren und -stützpunkte und schließlich auf die Optimierung der Transportströme für Baustoffe, Baufertigteile und Bauarbeitskräfte.

Das Referat von Professor Dipl.-Ing. Schmidt, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, über die Industrialisierung im Bauwesen und ihre Anforderungen an die Gebiets-, Stadt- und Dorfpanung konkretisierte die Küttnerschen Thesen und beantwortete die drei aufgeworfenen Problemkreise.

In der Diskussion über beide Referate wurde die gebietsplanerische Aufgabe der Bezirksharmonogramme und der Bereichsharmonogramme der Taktstraßen, die oft mehrere Kreise umfassen, behandelt.

Die Schlußeinschätzung des Symposiums durch die Tagungsteilnehmer und der Dank an Professor Küttner für Inhalt und Form der Tagung und für seine eigenen Beiträge wurde mit dem Wunsch verbunden, auch im Jahre 1963 ein Symposium zu veranstalten.

Dr. Wiedemann

Aus der Deutschen Bauakademie

Vertragspreise für die Bauproduktion fördern die Ausnutzung der Neuen Technik und die Senkung des Verwaltungsaufwandes

Als der Erste Sekretär des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands, Genosse Walter Ulbricht, sich anläßlich der 14. Plenartagung mit den Mängeln und Schwächen des Bauwesens befaßte, rügte er auch die bereits seit langem kritisierte, aber immer noch angewandte Abrechnungsmethode.

In den Projektierungsbetrieben und ganz besonders in den Baubetrieben herrscht gegenwärtig ein lebhaftes Interesse für die Preisanordnung Nr. 1982 — Preisbildung für die Bauproduktion —, die vom Minister für Bauwesen in Verbindung mit dem Vorsitzenden der Regierungskommission für Preise am 22. Dezember 1961 verabschiedet und inzwischen als Sonderdruck P Nr. 2069 veröffentlicht worden ist.

Es waren im wesentlichen zwei Dinge, die sich in Verbindung mit der Rechnungslegung für die Bauproduktion hemmend auf die Baubetriebe auswirkten:

1. Die alte Abrechnungsmethode mit dem sich monatlich wiederholenden Aufmaß nebst Massenberechnungen bindet zuviel Arbeitszeit des Bauleitungspersonals. Daneben verursacht die monatliche Rechnungslegung nebst ihren Zwischenrechnungen noch erheblichen Verwaltungsaufwand beim Baubetrieb, bei der Bank und beim Investitionsträger.

2. Die preisrechtlichen Bestimmungen mit der sich hieraus für die Bauproduktion ergebenden Art der Abrechnung förderten nicht die Initiative der Bauschaffenden bei der konsequenten Anwendung der Neuen Technik.

Die neue Preisanordnung orientiert eindeutig auf die Bildung fester Industrieabgabepreise je Produkt und bestimmt, diese grundsätzlich als „Vertragspreise" anzuwenden, wenn nicht in besonderen Fällen „Orientierungssummen" festzulegen sind.

Vertragspreise und Orientierungssummen werden vom volkseigenen Projektierungsbetrieb auf der Grundlage der jeweils gültigen preisrechtlichen Bestimmungen festgesetzt. Die Vertragspreise erlangen mit dem Vertragsabschluß zwischen Auftraggeber und Hauptauftragnehmer preisrechtliche Wirksamkeit und sind prinzipiell unveränderlich. Orientierungssummen hingegen haben noch nicht diesen verbindlichen Charakter. Sie werden vom volkseigenen Projektierungsbetrieb nur da angewandt, wo die Leistungen in den Ausführungsunterlagen noch nicht eindeutig bestimmt werden können.

Die Verantwortung des Projektanten liegt neben anderem bei der Sicherung der maximalen Qualität der festzusetzenden Vertragspreise. Sie beginnt bei der Vollständigkeit und Richtigkeit der technischen Dokumentation, führt über die Zugrundelegung der zweckmäßigsten, den gesellschaftlich durchschnittlichen Produktionsbedingungen des Industriezweiges entsprechenden Bautechnologie und endet bei der fehlerlosen Errechnung des Preises.

Der Vertragspreis, sobald er im Bauvertrag verankert ist, ist für beide Vertragspartner bindend. Damit ist der Industrieabgabepreis für das Produkt eindeutig und unantastbar festgelegt und bildet sowohl für den Auftraggeber als auch für den Hauptauftragnehmer eine stabile Grundlage für ihre plan- und finanzierungstechnischen Maßnahmen. Die gleichen Verhältnisse werden durch den Vertragspreis auch zwischen Hauptauftragsnehmer und Nachauftragsnehmer geschaffen.

Den Bau- und Ausbaubetrieben wird durch den Vertragspreis die uneingeschränkte materielle Interessiertheit gesichert und so der Anreiz zur konsequenten Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts gegeben. Es kann jetzt nicht mehr vorkommen, daß der auf Initiative der Betriebe bei Anwendung technischer oder technologischer Verbesserungen erzielte Nutzen vom Preis abgesetzt wird und dem Auftraggeber zufällt.

Möglichkeiten zur Veränderung eines im Bauvertrag festgelegten Vertragspreises bestehen nur in besonderen, in der Preisanordnung festgelegten Fällen.

Mit der Anwendung von Vertragspreisen sind nicht nur die Voraussetzungen für die Gewährleistung des materiellen Anreizes bei der Realisierung des Planes Neue Technik in den Baubetrieben, sondern auch für die Einführung einer vereinfachten Abrechnung gegenüber den Auftraggebern geschaffen. Da mit dem Vertragspreis ein fester Preis für ein bestimmtes Endprodukt festgelegt und vertraglich vereinbart wird, erübrigt sich der Nachweis über die zu seiner Herstellung aufgewandten Massen oder Leistungen.

Für die erfolgreiche Durchführung der mit den skizzierten Anordnungen festgelegten Maßnahmen ist die Lösung folgender Aufgaben schwerpunktmäßig zu beachten:

1. Der Hauptauftragnehmer hat den bautechnischen Teil des Investitionsprojektes in bautechnischer und preislicher Hinsicht zu überprüfen und Einsprüche insbesondere hinsichtlich der Höhe des Vertragspreises vor Vertragsabschluß beim Auftraggeber geltend zu machen. Erst nach dem Vertragsabschluß zwischen Auftraggeber und Hauptauftragnehmer bekannt werdende Differenzen müssen in ihren Folgen allein vom Hauptauftragnehmer vertreten werden.

2. Zur Aufstellung des Abrechnungsplanes sind charakteristische, technologisch bedingte Bauabschnitte — Abrechnungseinheiten — festzulegen. Für bereits vorliegende Projekte, die dieser Anforderung noch nicht voll Rechnung tragen, muß vom Baubetrieb an Hand des Leistungsverzeichnisses die zweckmäßigste Gliederung des Vertragspreises in ihren Abrechnungseinheiten vorgenommen werden. Bei neuen beziehungsweise noch in Arbeit befindlichen Projekten sind die Abrechnungseinheiten als technologisch bedingte Bauabschnitte bereits vom Projektanten in Verbindung mit dem Hauptauftragnehmer im Leistungsverzeichnis festzulegen.

3. Bei der Ermittlung der monatlichen Abrechnungssumme, die sich aus dem Preisanteil für fertiggestellte und teilfertige Abrechnungseinheiten zusammensetzt, kommt es im wesentlichen auf die richtige Einschätzung des Fertigstellungsgrades der noch nicht vollendeten Abrechnungseinheiten an.

Die für die Preisbildung und Abrechnung der Bauproduktion dargelegten Maßnahmen stellen einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Unterstützung des Produktionsaufgebotes in der Bauindustrie dar. Das bislang mit der komplizierten Rechnungslegung beschäftigte Personal gewinnt wesentliche Zeit, um seine Leitungsfunktion besser und gründlicher ausüben zu können.

Adolf Hafke

Berichtigung

Durch ein Versehen der Druckerei wurden im Heft 6/1962 die letzten drei Zeilen des Beitrages „Der Sonnenstrand" von Seite 305 an den Anfang des Beitrages „Mamaia" auf Seite 307 gestellt.